REVUE GENERALE DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUEES
ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
TOME LXVI Mars-Avril 1959 N°s 3-4

Chronique & Correspondance

Crises climatiques et Développement des êtres vivants

Poursuivant, avec une énergie exemplaire, l'enquête très vaste et très méthodique qu'ils ont entreprise en géologie générale, et forts de leurs nombreuses et bonnes lectures, Henri et Geneviève TERMIER viennent de nous offrir en quelques pages remarquables, où chaque terme est pesé, une synthèse étoffée et hardie sur les grandes phases arides des temps géologiques, leurs phénomènes connexes et leurs effets (*).

Résumons tout d'abord les conclusions des TERMIER : de nos jours, les dépôts de gypse et de sels naturels — les évaporites — se font surtout dans les *playas*, dépressions fermées des régions désertiques ; elles coïncident avec une oscillation climatique vers le sec, avec la fonte des grands inlandsis quaternaires et avec la remontée corrélative du niveau mondial des océans, donc avec une transgression.

Du passé Précambrien, aucune évaporite ne nous a été conservée. Depuis, on en connaît de divers âges mais surtout du début du Cambrien et de la fin du Permien, précisément deux époques qui ont suivi, elles aussi, des glaciations mondiales.

Sur le développement des êtres vivants, ces deux crises ont eu de grandes conséquences. Lors de la régression, augmentation de salure,

(*) TERMIER Henri et TERMIER Geneviève (1958). Les grandes phases arides des temps géologiques. Leur place dans l'histoire de la terre et leurs répercussions sur l'histoire de la vie : exemple du Permien. *Rev. Gén. des Sc.*, t. 65, p. 83-91.

gêne pour nombre d'animaux marins, comme les goniatites. Plus tard, lors de la transgression, phase aride et gêne pour bien des animaux terrestres.

La conclusion des TERMIER tient en peu de mots : la vie a été très fortement influencée par les climats. Cette convergence entre leurs recherches paléontologiques et celles de nombreux géographes et géologues, parmi lesquels nous nous rangeons, est tout à fait réjouissante. Examinons-la plus en détail.

Régression corrélative des glaciations.

Les TERMIER admettent implicitement que les différents glaciers continentaux ou inlandsis ont été à peu près contemporains dans les diverses parties du globe : nous en sommes bien d'accord, ayant énoncé les arguments de fait à l'appui (1). Les glaciers s'accroissant, l'eau qui les nourrit diminue d'autant le volume des océans, donc leur niveau ; la quantité de sels contenue dans l'eau des océans restant constante, leur salure augmente.

Il est facile de calculer ce qu'elle devient, pour des baisses de niveau données. Robert FOUET et moi-même avons trouvé les résultats suivants, à partir d'une salure de 35 grammes par litre (2) :

Baisse de niveau en mètres	0	200	1 000	2 000	3 000
Salure en g/l	35	37	46	67	114

Les TERMIER, comme nous, envisagent une action néfaste probable de la sursalure sur les êtres vivants. Mais comme une variation de 1 ou 2 grammes par litre a assez peu d'effet, on serait tenté d'envisager des variations plus fortes ; avec 20 ou 30 grammes d'augmentation, on aboutirait à des baisses de niveau de 1 000 à 2 000 m. Des régressions aussi profondes, contemporaines d'inlandsis généralisés, avaient été signalées par nous comme une possibilité (3) ; les vues des TERMIER tendraient à les rendre un peu moins invraisemblables que nous ne l'aurions cru.

Les TERMIER évoquent à juste raison la crise biologique bien connue du Permien, le renouvellement des flores et des faunes. Cette crise se traduit même dans la statistique des nombres d'espèces (4). Un inventaire déjà ancien, pour les Iles Britanniques, montrait 800 espèces par dix millions d'années au Carbonifère et 1 200 au Jurassique, contre 50 à 100 seulement entre les deux, au Permien et au Trias. Le nombre d'espèces fossiles *conservées* a donc été, lors de la crise, divisé par 8 à 16 ; il faut tenir compte des différences possibles dans les chances de conservation, ce qui ramène peut-être la crise à des proportions plus modestes ; nombre d'espèces divisé par 4 peut-être. Or dans le bassin de la Mer Noire actuelle,

(1) 1953. *La glace et les glaciers*. Coll. « Que sais-je ? ». Voir p. 92, 107, 112.

(2) 1950. Mécanisme de la submersion profonde des reliefs originellement subaériens *C. R. Ac. Sc.*, t. 231, p. 978-980.

(3) 1954. Ampleur des régressions glacioeustatiques. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6 s., t. 4, p. 243-254.

le mieux étudié quant aux sursalures, on trouve les nombres d'espèces suivants (5) pour les animaux (Rotifères et Insectes non compris) :

Salure en g/l	18	20	28	36	45
Nombre d'espèces	230	200	100	50	25

Le nombre d'espèces est divisé ici par 2 pour une augmentation de salure d'environ 8 grammes par litre ; une division par 4 ou 8 exigerait une augmentation de 16 ou 24 grammes par litre, et ceci encore nous conduirait à envisager pour le Permien une régression assez profonde.

Aridité post-glaciaire.

Dans la phase suivante, quand les glaciers fondent et que le niveau des océans remonte, les TERMIER voient une recrudescence d'aridité. Pour le Quaternaire, aux latitudes supérieures à 25°, tous les auteurs en sont d'accord ; plus près de l'équateur, certains, comme J. TRICART, verraient plutôt une recrudescence d'humidité ; mais tous s'accordent pour dire qu'il a eu des phases arides. L'aridité gêne la vie terrestre, les TERMIER le soulignent. Nous-mêmes avons montré que le nombre d'espèces est fortement diminué : des cartes en témoignent (6). Même accord quand les TERMIER invoquent la sensibilité particulière des groupes terrestres qui exigent de l'eau pour se reproduire (voir 5, p. 100). Même accord chaleureux quand ils soulignent la nécessité de prendre en considération non seulement les adultes, mais aussi et plus encore les jeunes, dans l'étude des résistances aux adversités venues du milieu extérieur. Evoquons un exemple pris dans un tout autre domaine : peut-être les pains de sucre du Brésil restent-ils nus parce que les graines qui y tombent sont entraînées par les pluies drues tropicales, avant d'avoir pu germer.

Déphasage.

Il est possible que des retouches puissent être apportées à la synthèse des TERMIER. Par exemple, entre les deux phases, celle de régression funeste aux être marins, et celle de transgression d'aridité, funeste aux êtres terrestres, les TERMIER signalent un décalage dans le temps. Celui-ci est évident, nécessaire, et bien connu pour le Quaternaire : 8 000 ans depuis le dernier coup de froid glaciaire, 20 000 ou 30 000 depuis le dernier maximum, celui du Wurm. Or ceci est bien peu au regard de la durée du Permien, qui fut de l'ordre de 20 millions d'années, et même de l'un de ses étages, qui en dura 5. Mais ces remarques sont conciliables avec la thèse des TERMIER, dans ce qu'elle a de général.

(4) 1958. CAYEUX (André DE) : *Trente millions de siècles de vie.* 316 p., A. Bonne, Paris.

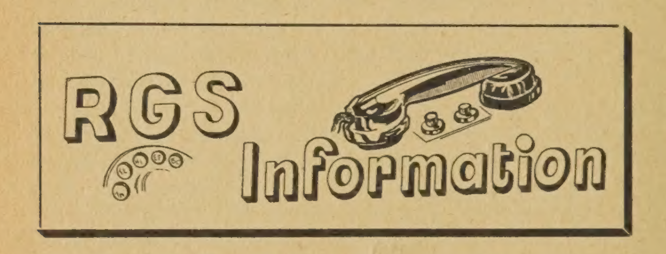
(5) 1953. *Biogéographie mondiale.* Coll. « Que sais-je ? ». Voir p. 70, 74, 98, 108

Conclusion.

Partis de la biologie et de la paléogéographie, les TERMIER en arrivent à souligner, comme nous, l'influence fondamentale du climat. Saluons avec sympathie le développement harmonieux de leurs travaux et réjouissons-nous à la pensée des beaux volumes qu'ils nous donnent (6).

André CAILLEUX.

(6) Histoire géologique de la biosphère (1952). Evolution et paléogéographie (1958).



NOMINATIONS (1)

PARIS. — M. MICHEL (Louis), MdC délégué à Lille, est nommé MdC de Physique théorique (emploi créé) ; Madame GRENIER (Marie-Louise) est nommée CdT de Physique P.C.B. et M. LUCQUIN (Michel) CdT de Chimie générale.

Nous sommes heureux d'annoncer à nos lecteurs une nouvelle publication : « INDUSTRIES ET TECHNIQUES-DOCUMENTS » placée sous le patronage du Centre National des Industries et Techniques (40, rue du Colisée, VIIIe).

Cette revue trimestrielle vient de dresser un véritable bilan de nos possibilités dans le domaine industriel, elle publie une série de monographies consacrées à quelques-uns des principaux établissements de recherches professionnels et montrent le travail considérable accompli dans le domaine des applications industrielles.

(1) Pour alléger le texte nous avons utilisé les abréviations suivantes : Professeur TTP = Professeur à titre personnel ; MdC = Maître de Conférences ; CdT = Chef de Travaux.

Les acétates neutres et basiques de cuivre

par J. GAUTHIER

Chef de Travaux de Chimie physique à la Faculté des Sciences de Lyon

---

Au cours d'une étude des propriétés des acétates neutres et basiques de cuivre et de la préparation de ces derniers corps, une étude bibliographique assez étendue nous a montré que ces corps étaient connus depuis la plus haute antiquité et utilisés également depuis des temps immémoriaux. Ce sont les résultats de ces recherches bibliographiques qui sont exposés ci-après. Nous espérons qu'ils pourront intéresser le lecteur qui pourra y suivre, à travers une longue période, l'histoire d'un produit assez mal défini, le vert-de-gris, et de ses divers usages.

On donne le nom général de *verdet* aux acétates neutres et basiques de cuivre, bien des auteurs semblant d'ailleurs considérer comme équivalents les termes *verdet* et *vert-de-gris*. L'origine même du mot *vert-de-gris* est controversée : selon le dictionnaire de Littré, il proviendrait de *vert de grice*, le produit provenant de Grèce. D'autres écrivent : « le vert-de-gris ou verdet gris » ; on trouve même l'expression : « le vert de gris ou vert et gris ».

Lorsque l'on veut différencier les divers produits, on utilise pour le sel neutre les noms de verdet neutre, verdet cristallisé, cristaux de Vénus (ou de vénus : vénus est le nom commun du cuivre, métal de Chypre, cette île étant consacrée à la déesse de la beauté). On l'a appelé aussi verdet distillé : ce dernier qualificatif était employé par les fabricants hollandais pour entourer sa préparation d'un mystère utile pour décourager ceux qui ne connaissaient pas « le secret ». Les sels basiques s'appellent verdet basique, verdet gris, verdet de Montpellier ou verdet de Grenoble. Les divers sels basiques sont encore désignés sous les noms de verdet bleu, verdet vert, verdet anglais, allemand ou suédois. Une confusion assez grande règne dans les anciens mémoires, confusion accrue par le fait que l'on désigne également sous le nom de vert-de-gris un carbonate basique de cuivre, produit à la surface des objets de cuivre, de laiton ou de bronze, par oxydation par l'air humide en présence de gaz carbonique, et aussi divers sels basiques à acides organiques, résultant de l'oxydation de matières cuivreuses à l'air humide en présence d'acides organiques ou de composés pouvant en libérer (huiles et graisses rancies).

Lorsqu'il est question de sels basiques de cuivre, le premier mémoire que citent tous les auteurs est celui de PROUST (1), qui date de 1800. Nous ne manquerons pas à la règle générale, puisque aussi bien PROUST y traite en quelques pages de l'acétate neutre de cuivre et des acétates basiques, le vert-de-gris. Et même, nous prendrons ce mémoire comme une sorte d'origine des temps, car il sépare nettement en deux catégories les travaux effectués sur les acétates neutres et basiques de

cuivre, travaux antérieurs, consistant surtout en études des préparations et de la décomposition par la chaleur, mais sans que les auteurs tinssent compte exactement des proportions des constituants ; travaux postérieurs, où l'analyse tient la place qu'elle mérite, où les méthodes et les moyens expérimentaux se développent d'une façon continue, où l'on passe des recettes de la chimie préparative aux études de plus en plus précises que permettent la chimie physique et la physique moderne.

Avant 1800, on trouve deux mémoires de Chaptal (2) et trois de M. Montet (3), décrivant la préparation des acétates basiques de cuivre. Si Chaptal a analysé par distillation sèche « *le verd-de-gris de Grenoble* » et « *le verd-de-gris de Montpellier* », cette analyse reste grossière, se bornant à déterminer les proportions d'eau, d'acide (d'ailleurs étendu) et de cuivre résiduel obtenus. Il faut remarquer qu'à cette époque, la composition de l'acide acétique était encore inconnue.

Quant aux trois mémoires de Montet (3), publiés à la Société Royale des Sciences de Montpellier et imprimés dans les Recueils des Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, « pour entretenir l'union intime qui doit être entre elles comme ne faisant qu'un seul Corps, aux termes des statuts accordés par le Roi au mois de février 1706 » (4), ils ne contiennent aucune analyse ; ils nous montrent « le Physicien qui doit tout décrire, parce qu'il doit tout observer » (5), et effectivement Montet a observé et décrit minutieusement « la nature du métal qui produit le verd-de-gris, le choix des vins, celui des rafles ou grapes qui en développent l'acide, la forme et la capacité des vaisseaux, la température des caves, l'influence des saisons » (5) ; il « épie jusqu'aux mouvemens et aux attitudes de l'Artiste, les efforts de la cupidité, qui tendent souvent à altérer les substances au préjudice du consommateur... » Il a « épuisé son sujet », dit encore son exécuteur testamentaire. Un point important d'histoire est fixé par le troisième mémoire. « Un nouveau moyen de préparer le vert-de-gris, moyen dû au hasard, premier auteur de la plupart des découvertes » fait en effet le sujet de cette publication. C'est à cette époque que l'on reconnut la possibilité de faire du verdet non seulement avec les grappes imbibées de vin aigri, mais avec le marc lui-même, contenant encore glucose et alcool, et dont les fermentations successives, alcoolique et acétique, allaient permettre la transformation du cuivre en vert-de-gris : procédé économique, supprimant l'emploi du vin et utilisant le marc, matière autrefois sans intérêt.

Dans d'autres mémoires, c'est surtout la préparation du vinaigre radical qui est envisagée.

En 1773, M. de Lassonne (6) a donné les résultats de son analyse par distillation sèche du verdet et du sel de Saturne (acétate de plomb). Il a constaté que la somme des poids du « vinaigre radical » (acide acétique concentré) et du résidu obtenu est inférieure au poids de sel initial, et il attribue cette perte de poids « à l'air combiné dans les deux mixtes », qui, dit-il, « reprend son état élastique et toute sa sub-

tilité », erreur excusable à cette époque où la chimie était au début de son développement. On doit à DE LASSONNE l'observation et la description très précise de la sublimation des « fleurs de cuivre », acétate cuivreux, phénomène déjà signalé en note à une traduction d'un ouvrage de SPIELMANN, « Institutions de Chymie », et retrouvé par MALTBY (7), après d'autres auteurs. Il ne nous a pas été possible de retrouver le livre de SPIELMANN, mais ce qu'en dit DE LASSONNE est assez complet et clair, et il suffit de se reporter à son mémoire.

Cet acétate cuivreux a d'ailleurs été pris ultérieurement pour de l'acétate cuivrique anhydre (*). C'est lui qui, instable à l'airhumide ou au contact d'un liquide, repassait, au moins partiellement, en solution à l'état d'acétate cuivrique et colorait en vert le « vinaigre radical ».

En 1762, le marquis de COURTANVAUX (14) reprend des expériences qu'il avait déjà effectuées en 1754. Il préparait du vinaigre radical en distillant du « verdet de Hollande » (acétate neutre monohydraté), ceci par un temps froid, ce qui lui permit d'observer la congélation de l'acide acétique concentré qu'il obtenait.

Dès 1754, le comte DE LAURAGUAIS (15) effectuait des expériences semblables, en même temps que COURTANVAUX, mais dans un autre but. Il publia ses résultats avant COURTANVAUX qui, comme CHENEVIX (16), cite les travaux de ses prédécesseurs, mais sans en donner une référence exacte.

C'est de ces expériences du comte de LAURAGUAIS qu'il est question dans un rapport établi par BARON, à la demande de l'Académie, et conservé dans les procès-verbaux manuscrits (17), ainsi que dans un rapport de MACQUER (18) et dans un autre de BARON (19), publié au Mercure de France.

BARON (17) mentionne également les travaux de JUNKER. D'autre part, MACQUER (18) et BARON (19) citent encore « Becker, Stahl, Zwelfer, Lémery, et beaucoup d'autres chimistes » ayant réalisé cette préparation du vinaigre radical.

En 1711 déjà, M. SERANE, « aussi Bachelier en Médecine », nommé « Elève (c'est-à-dire Adjoint) de la Société Royale de Montpellier », le 22 juillet 1706, année de la fondation de cette Société, avait décrit la préparation du vert-de-gris (4), « terrain que M. SERANE n'avait pas, à beaucoup près, entièrement défriché », et où M. MONTET « a fait une abondante moisson ».

(*) PROUST (8) et ADET (9), en particulier, ont pris l'acétate cuivreux blanc sublimé pour de l'acétate cuivrique anhydre. KLAPROTH et WOLFF (10) reprennent la même erreur d'après PROUST, ainsi qu'ORFILA (11). En 1888, J. RIBAN, dans l'*Encyclopédie chimique* (12), dit encore que l'acétate neutre « perd de l'eau à 100°, ou sur l'acide sulfurique, et devient blanc », ce qui est faux, l'acétate anhydre étant vert foncé, comme le monohydrate.

Mais que dire de VOGEL (13), qui prétend préparer de l'acétate anhydre par action de l'acide sulfurique concentré sur le monohydrate ? Ce chimiste ne s'est pas aperçu de la transformation de son sel initial en sulfate anhydre blanc.

Dans ses « Mémoires pour servir à l'Histoire de Languedoc » (20), publiés en 1734, après sa mort, M. LAMOIGNON DE BASVILLE, Intendant de cette Province, avait donné quelques indications sur la préparation du vert-de-gris à Montpellier. Il ne faut pas rechercher dans cette relation, écrite en 1698, des analyses ou des théories chimiques, mais seulement des renseignements d'ordre économique.

Mais le verdet était déjà connu à Montpellier depuis plusieurs siècles, ainsi que le dit SERANE (4), puisqu'en 1411, le roi Charles VI accorda à la ville de Montpellier la permission de percevoir un droit de seize sols sur chaque quintal de vert-de-gris (21).

Le verdet était appelé en Allemagne Grünspan et Spangrün, dès le XVe siècle (22) ; ce mot viendrait de Spanischgrün, et indiquerait l'origine du produit. Selon d'autres auteurs, le nom allemand du verdet proviendrait de Kupferspangrün, vert d'éclats de cuivre, la matière première étant en effet des copeaux de cuivre.

Le verdet cristallisé (acétate neutre monohydraté) était connu de Basile VALENTIN (XVe siècle) (23), qui le préparait par action du vinaigre distillé sur le verdet ordinaire (acétate basique), procédé souvent employé par la suite et donnant le « verdet distillé » des chimistes hollandais. Selon RIBAN (24), le moine allemand aurait préparé l'acide acétique concentré, le vinaigre radical (Acetum radicale, spiritus Veneris), par la distillation du verdet cristallisé.

Faisons un saut dans le passé et remontons jusqu'aux Romains. Ceux-ci se servaient de couleurs vertes, à base de cuivre, pour la décoration de leurs villas ; et, selon DAVY (25), les anciens verts que ce savant a reconnus comme formés de carbonate de cuivre « furent originairement employés dans l'état d'acétites » (c'est-à-dire d'acétates, basiques, très probablement).

DIOSCORIDE (26), au Livre V de son Traité de Matière Médicale, donne divers procédés pour préparer le vert-de-gris et indique ses propriétés et usages. Mais, si certaines méthodes conduisent bien à un acétate neutre ou à un acétate basique, il est à peu près certain que tout ce que le traducteur range sous la dénomination de vert-de-gris, ou de vert-de-gris scolécien, n'est pas dérivé uniquement de l'acide acétique. Les renseignements même que donne DIOSCORIDE font penser qu'il a confondu acétates, sulfates et carbonates, neutres et basiques.

Cela est plus net encore chez PLINE l'Ancien (27) qui décrit un vert-de-gris naturel, tiré directement des mines de cuivre et qui est probablement un sulfate ou un carbonate basique de cuivre. Il décrit encore des verts-de-gris artificiels, préparés par action du vinaigre sur des lames, de la limaille, des rognures de cuivre, sur des vases de laiton, ou encore sur « l'écaille de cuivre » (oxyde CuO). On notera que, d'après PLINE, on faisait le vert-de-gris également au moyen de marc de raisin *(vinacea)* agissant sur des lames de cuivre, ce qui ressort également du texte de DIOSCORIDE, qui précise : « du marc qui soit déjà aigre ». Le « nouveau moyen de préparer le verd-de-gris »

de MONTET n'est donc que la remise en œuvre d'une pratique très ancienne.

VITRUVE (28) nous donne une description succincte, mais très précise du procédé de préparation de la céruse à Rhodes, et il ajoute qu'en remplaçant les lames de plomb par des feuilles de cuivre, on obtient le vert-de-gris. En fait, le plomb donne un *carbonate* basique et le cuivre un *acétate* basique. VITRUVE se borne d'ailleurs à décrire la fabrication du vert-de-gris artificiel.

THÉOPHRASTE (29), dans son « Traité des Pierres », écrit en 315 avant Jésus-Christ, donne également le procédé de fabrication de la céruse et du vert-de-gris, procédés qui ne diffèrent de celui donné par VITRUVE que par l'emploi de lie de vin, au lieu de marc de raisin.

FOURCROY (30) dit que le vert-de-gris était également connu des Chinois dans l'antiquité et d'après GMELIN (31), il était employé par les anciens Egyptiens, Babyloniens et Assyriens.

Mais revenons à la fin du XVIIIe siècle. C'est à cette époque que de longues controverses eurent lieu au sujet de l'existence de deux acides, l'acide acéteux (vinaigre distillé) et l'acide acétique (vinaigre radical). On pourra lire à ce sujet les mémoires de BERTHOLLET (32), ADET (19), CHAPTAL (33), FOURCROY (34), PROUST (1), DARRACQ (35), ainsi que les notes de PROUST (36) et FOURCROY (37). La controverse avait duré plus de quinze ans.

Le mémoire de PROUST (1) fut bientôt suivi d'un « Mémoire sur le verd-de-gris » (8). Dans le premier, PROUST pense que le vert-de-gris est formé d'acétate neutre soluble et d'acétate basique insoluble, puisque l'action de l'eau sur le produit commercial donne ces deux sels. Mais son opinion se modifie vite, et il considère ensuite que le vert-de-gris est une combinaison d'acétate neutre et d'hydroxyde de cuivre, puisque le gaz carbonique en précipite du carbonate basique, laissant en solution de l'acétate neutre. Ces deux opinions ne tiennent pas compte de l'action décomposante de l'eau ou du gaz carbonique sur le produit commercial. A l'examen détaillé de ces deux mémoires, on peut reconnaître avec certitude que PROUST a observé, s'il ne l'a pas décrit complètement, le sel basique vert, de formule :

$$Cu(CH_3COO)_2,\ 3\ Cu(OH)_2,\ 2\ H_2O \qquad IV$$

que seul PHILLIPS a signalé depuis (voir ci-dessous) et que nous avons nous-mêmes mis en évidence (38).

Les frères DEROSNE (39), CHENEVIX (16), ont également distillé le « verdet » en vue de la préparation du « vinaigre radical ».

DESTOUCHES (40) a observé le changement de couleur du « vert-de-gris du commerce » par chauffage à l'étuve et perte de l'eau qui le constitue.

Les premières analyses complètes et comparatives du produit commercial furent faites par R. PHILLIPS (41, 42). Celui-ci a étudié l'action de l'eau sur l'acétate basique commercial, de formule :

$$Cu(CH_3COO)_2,\ Cu(OH)_2,\ 5\ H_2O \qquad II$$

Il a reconnu lui aussi la formation, sous l'action de l'eau, d'un sel basique *vert*, insoluble, contenant, suivant la notation actuelle, quatre atomes de cuivre pour deux ions acétiques : c'est bien encore le sel signalé plus haut, mais PHILLIPS en a donné une analyse rapportée au sel complètement déshydraté et non au produit tel qu'on le prépare, et cela, sans préciser comment il parvient au sel déshydraté, d'ailleurs impossible à obtenir sans décomposition (expériences personnelles).

Nous arrivons maintenant au mémoire de BERZELIUS (43), mémoire fondamental dans cette étude des acétates basiques de cuivre. BERZELIUS a préparé tous les acétates basiques actuellement connus, au moins sous la forme stable en milieu aqueux. Il est regrettable que la chimie analytique ne fût pas assez développée à cette époque, car il n'aurait pu confondre comme il l'a fait les sels :

$Cu(CH_3COO)_2, 3\ Cu(OH)_2, 2\ H_2O$ et $Cu(CH_3COO)_2, 2\ Cu(OH)_2$

qui existent réellement, et qu'il a préparés, avec un sel :

$$2\ Cu(CH_3COO)_2, 4\ CuO, 3\ H_2O$$

qui n'existe pas, et dont il donne cependant cinq modes de préparation différents. L'autorité qui s'attache aujourd'hui encore au nom de ce pionnier de la chimie a empêché toux ceux qui l'ont suivi de mettre en doute ses assertions, même lorsqu'il ne donne que des analyses très incomplètes. L'ouvrage de GMELIN-KRAUT (44) ne donne qu'une transcription résumée du mémoire de 1824, et, même en 1930, des auteurs russes (45) ont prétendu préparer un sel :

$$Cu(CH_3COO)_2, 2\ Cu(OH)_2 \quad \textit{vert}$$

sel qui est en réalité *bleu*, alors qu'ils ont eu en fait le sel :

$$Cu(CH_3COO)_2, 3\ Cu(OH)_2, 2\ H_2O \quad \textit{vert} \qquad IV$$

ce qu'une simple détermination du carbone et de l'hydrogène aurait pu leur montrer comme à nous. C'est une teneur légèrement trop faible en cuivre, et ceci d'une façon systématique, qui a fait naître en nous des doutes sur la nature du sel basique que nous avions, et qui nous a incité à en faire une analyse *complète*, alors que l'on s'était en général contenté jusqu'alors de la détermination du cuivre.

BERZELIUS n'a pas tenu grand compte de l'analyse que donne PHILLIPS d'un sel « tribasique » : (3 molécules de base pour une seule de sel neutre). BERZELIUS avait d'ailleurs pour but de vérifier une idée personnelle sur les rapports des quantités d'oxygène contenues dans l'oxyde et dans l'acide, respectivement, qui constituaient les sels. Mais à part cette confusion, facilement explicable à cette époque, surtout si l'on considère les teneurs voisines en cuivre des sels considérés, il faut admirer l'ingéniosité du savant suédois qui a su varier les conditions opératoires de telle sorte qu'il a obtenu le premier tous les sels actuellement connus, et qui a pu, d'analyses soignées, mais incomplètes, tirer la formule exacte de la majorité d'entre eux.

En 1836, Wöhler (46, 47) a indiqué la préparation d'un nouvel acétate cuivrique neutre pentahydraté, de couleur bleue, dont il a fait une courte étude. Le mode opératoire décrit est extrêmement imprécis.

En 1846, B. Roux (48), pharmacien major de la Marine, relate ses expériences quant à l'action de la chaleur, de l'eau, de l'alcool et des acides sur l'acétate de cuivre. Il dit obtenir par ébullition un sel gris bleuâtre ou bleu, de formule :

$$Cu(CH_3COO)_2,\ 2\ Cu(OH)_2 \qquad \text{III}$$

et n'a jamais obtenu plus de 62,25 % d'oxyde de cuivre dans les sels qu'il a ainsi préparés. Si l'on compare les teneurs en CuO des sels basiques :

sel III	CuO % = 63,34
sel IV	CuO % = 62,34

on voit qu'il n'y a aucune preuve que Roux ait préparé uniquement le sel III, malgré l'interposition possible d'un peu de sel neutre qu'il invoque pour expliquer le léger déficit en oxyde de cuivre. Au contraire, ses analyses seraient en faveur du sel IV, n'était la couleur bleue qu'il attribue plusieurs fois à ses sels.

Peu nombreux sont par la suite les mémoires traitant de la préparation des acétates de cuivre. En 1893, Astre (49) pense que le mode de préparation du pentahydrate indiqué par Wöhler (46, 47) est trop peu précis, et en donne un autre tout aussi vague.

En 1897, Sabatier (50) crut obtenir le sel III par action de l'hydroxyde de cuivre sur l'acétate neutre. Il a en réalité obtenu le sel IV.

En 1930, J. V. Dubsky, E. Tesarik et A. Okac (51) indiquent la préparation d'un sel qu'ils écrivent :

$$[Cu\ \{(OH)_2Cu\}_3]\ (\text{acét.})_2,\ 1\ aq$$

et qu'ils considèrent suivant la nomenclature de Werner comme un sel « hexol », mais leurs analyses sont très incomplètes.

En 1930 également, Z. A. Iofa et L. L. Glyachko-Gurvich (52), puis Z. A. Iofa, C. M. Kobryn et L. L. Glyachko (45) indiquent la préparation de l'acétate neutre et des acétates basiques, mais avec l'erreur signalée plus haut.

En 1952 enfin, E. Shimizu et S. Weller (53) préparent un acétate cuivrique basique (cupric oxyacetate) par oxydation de l'acétate cuivreux. L'originalité de leur méthode consiste en ce qu'ils ont opéré en l'absence rigoureuse d'eau.

D'assez nombreux mémoires traitent des propriétés des acétates neutre et basiques de cuivre. Nous ne les citerons pas ici, n'ayant eu pour but que de signaler les préparations de ces corps.

On peut se demander à quoi servaient l'acétate neutre et les acétates basiques de cuivre. Une première réponse nous est fournie

par les auteurs anciens. Le fait même que Theophraste (29) et Vitruve (28) rapprochent les méthodes de préparation de la céruse et du verdet nous prouve clairement que ce dernier était employé en peinture, comme pigment coloré. Pline ne fait pas mention d'un tel emploi, du moins dans la partie de son œuvre citée ici (27). L'acétate neutre sert également à préparer un pigment coloré, le vert de Schweinfurt (54) par combinaison avec l'anhydride arsénieux. En 1910, le vert-de-gris servait encore en U.R.S.S. pour la préparation de peintures pour les wagons de chemin de fer (55). En solution, l'acétate neutre a été employé pour le lavis. Le vert-de-gris a été employé pendant très longtemps comme oxydant et comme mordant pour la teinture en noir sur la laine (56).

Une autre utilisation du verdet est son emploi comme médicament. Nous ne suivrons pas Pline (57) lorsqu'il nous dit qu'Achille guérit Télèphe en raclant dans la blessure de celui-ci le vert-de-gris de son glaive. Il y avait chez les auteurs anciens une confusion complète et permanente entre carbonates, acétates et sulfates neutres et basiques de cuivre. Mais Pline (27) parle de l'utilisation du vert-de-gris dans les collyres, dans les emplâtres vulnéraires, comme rongeant des callosités.

Dioscoride (26) signale le rôle cicatrisant du vert-de-gris, sa propriété de ronger les chairs et son emploi comme collyre.

Diverses pharmacopées consultées à ce sujet (58) fournissent un certain nombre de formules dans lesquelles entre le vert-de-gris. Il faut tout particulièrement mentionner la Pharmacopée Universelle, ou Conspectus des Pharmacopées, de A. J. L. Jourdan (59), qui ne donne pas moins de 57 formules faisant intervenir le verdet neutre ou le vert-de gris. On citera en particulier l'onguent égyptiac, dont la formule apparaît pour la première fois dans les écrits de Mésué, médecin arabe du ixe siècle ; le collyre de Lanfranc (xiiie siècle) ; divers onguents (onguent vert, baume de Metz, onguent des douze apôtres). L'onguent égyptiac contient du miel, et les diverses formules prévoient soit la cuisson de tous les ingrédients simultanément, soit l'addition du miel en fin d'opération, si bien que le produit final est rouge ou vert, suivant le mode opératoire adopté, selon qu'il y a eu ou non réduction du sel cuivrique en oxydule par le miel. Le Codex français (60) ne mentionne plus qu'une préparation, le mellite cuivreux (pour l'art vétérinaire), dans lequel entre l'acétate neutre de cuivre.

Enfin, on s'est aperçu, vers 1883, que le vert-de-gris avait des propriétés fongicides intéressantes. Pickering (61) rapporte que dans la région de Bordeaux, les plants de vigne en bordure des routes étaient aspergés d'une suspension de vert-de-gris, pour éviter les déprédations au moment de la maturation du raisin. Or, lors d'une invasion d'une maladie cryptogamique de la vigne, le mildew (d'origine américaine, comme le phylloxera), les plants traités au cuivre conservaient plus longtemps leurs feuilles et résistaient mieux. On prit alors l'habitude de pulvériser sur la vigne une solution d'acétate neutre de cuivre. On

la remplaça bientôt par les bouillies cupriques à base de sulfate, moins cher (bouillie bourguignonne et bouillie bordelaise). On est revenu, partiellement, à l'acétate neutre soluble, qui a une action immédiate, qui s'hydrolyse et agit à nouveau, progressivement. Mais la solution de ce sel a une adhérence bien faible sur les feuilles qu'elle doit protéger.

Il y a donc plus de vingt-trois siècles que l'on connaît les divers acétates de cuivre, pigments colorés, mordants et oxydants utilisés en teinture, remèdes plus ou moins actifs, matière première pour la préparation du vinaigre radical, fongicides, etc. Il semblerait donc que ces corps dussent être parfaitement connus, et ne plus présenter aucun secret, ni dans leur fabrication, ni dans leurs formules, ni dans leurs propriétés ou leur structure.

En réalité, les ouvrages consultés à ce sujet donnent souvent des renseignements contradictoires. Dans une étude de ces sels, nous avons pu confirmer l'existence des trois sels basiques décrits par les anciens auteurs, et nous avons pu montrer l'existence d'un quatrième sel basique (38). Ces sels ont les formules suivantes :

$2\ Cu(CH_3COO)_2,\ Cu(OH)_2,\ 5\ H_2O$ sel I
$Cu(CH_3COO)_2,\ Cu(OH)_2,\ 5\ H_2O$ sel II
$Cu(CH_3COO)_2,\ 2\ Cu(OH)_2$ sel III
$Cu(CH_3COO)_2,\ 3\ Cu(OH)_2,\ 2\ H_2O$ sel IV

et la plupart des traités, citant explicitement le travail de Berzelius (43), ou se rapportant implicitement à lui, disent que le vert-de-gris, tel qu'on le fabriquait à Montpellier, est constitué par un mélange des sels I, II et III. Il en est ainsi dans les ouvrages de Dumas (62), Gmelin (63), Gerhardt (64), Wurtz (65), Berthelot et Jungfleisch (66), Schutzenberger (67), Fremy (12), A. Gautier (68), Dammer (69), Abegg et Auerbach (70), Gmelin-Kraut (71), Dorvault (72), Ullmann (73), P. Baud (74, 75), R. E. Kirk et D. F. Othmer (76).

De nos expériences personnelles, il résulte que le sel I n'est stable qu'en présence de solutions assez concentrées d'acétate neutre, dont la concentration ne dépasse toutefois pas 6 % en poids environ (solutions saturées), le sel II étant stable en présence de solutions à 3 % et le sel IV, stable en solution encore plus diluée, se décomposant dans l'eau pure avec précipitation d'oxyde noir CuO. Le sel III n'est stable en solution d'acétate neutre qu'à chaud, à 60° par exemple. Il est donc bien peu probable que les anciens verts-de-gris aient été constitués par le mélange généralement indiqué. Ils étaient en effet fabriqués à froid, ce qui exclut le sel III. De plus, la lecture des mémoires de Montet (3) nous montre comment on « nourrissait » le verdet... avec de l'eau pure, méthode peu propre à l'obtention de solutions concentrées. Il est d'ailleurs impossible d'après la règle des phases que l'on ait en présence les uns des autres les trois sels (I, II et IV) et une solution d'acétate, au cours de la préparation de ces sels. Chaque sel individuellement, et les mélanges (I + II) et (II + IV), pouvaient

se trouver dans les anciens verts-de-gris, mais il faut considérer comme impossible la présence du sel III.

L'acétate neutre vient par ailleurs de retrouver un certain intérêt d'actualité, car divers physiciens l'ont soumis aux méthodes d'étude très fines de la magnétochimie, de la résonance paramagnétique et de l'analyse aux rayons X. C'est Guha (77) qui montre que son paramagnétisme passe par un maximum au voisinage de la température ordinaire, au lieu de suivre la loi de Curie. Ce sont Lancaster et Gordy (78), Bleaney et Bowers (79), Kumagai, Abe et Shimada (80), Bleaney (81), Okamura, Torizuka et Date (82), Abe et Shimada (83), Okamura et Date (84), qui étudient l'anomalie de la résonance paramagnétique et de l'absorption par résonance paramagnétique du monohydrate de ce sel. Van Niekerk et Schoening (85), en déterminant aux rayons X la structure du sel monohydraté, montrent l'existence du double ion Cu_2 quadrivalent, avec couplage partiel des spins électroniques, justifiant ainsi l'anomalie paramagnétique qui a été étudiée à nouveau par Foex, Karantassis et Perakis (86).

On peut encore citer les travaux de H. Abe (87) sur la résonance paramagnétique anormale du propionate et de Gilmour et Pink (88), sur le paramagnétisme du laurate de cuivre, qui présente une anomalie, comme l'acétate. Des mesures d'absorption de lumière polarisée par les cristaux d'acétate et de propionate (89) montrent également des liaisons entre atomes de cuivre dans l'édifice cristallin de ces sels.

Nous n'avons pas parlé des formiates : un travail séparé (90) montrera que ceux-ci diffèrent nettement des acétates et propionates, se rapprochant des sels minéraux et faisant la liaison avec eux.

BIBLIOGRAPHIE

1. Proust. — *Ann. Chim.*, 1800 [1], **32**, 26.
2. Chaptal. — *Mémoires de l'Institut National des Sciences et des Arts.* Tome premier, an VI, 1797, 82-92. Tome second, an VII, 1798, 489-506.
3. Montet. — *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* : 1750, 387-414 ; 1753, 591-628 ; 1776, 724-742.
4. *Histoire de la Société Royale des Sciences*, établie à Montpellier (Benoît Duplain, libraire, Grande-Rue Mercière. A l'Aigle, Lyon, 1766).
5. *Assemblée publique de la Société Royale des Sciences de Montpellier*, le 27 décembre 1782 (Jean Martel Aîné, imprimeur, Montpellier). Eloge de M. Montet, par M. Poitevin, pp. 17-32.
6. M. de Lassonne. — *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 1773, 26-27 (histoire) et 54-65 (mémoires).
7. Maltby. — *Nature*, 1947, **160**, 468.
8. Proust. — *J. Phys., Chim., Hist. Nat., Arts*, an XIII, 1804, **61**, 110-117.
9. Adet. — *Ann. Chim.*, 1798 [1], **27**, 299-319.
10. Klaproth et Wolff. — *Dictionnaire de Chimie*, traduit par E. J. B. Bouillon-Lagrange et E. A. Vogel, 1810, t. I, p. 10.
11. Orfila. — *Eléments de Chimie*, 1843, t. II, p. 277.
12. Article de J. Riban dans *Encyclopédie chimique*, de Fremy, t. 60, Paris, 1888, p. 217.
13. Vogel. — *J. Pharm.*, 1815 [2], **1**, 339-342.

14. Marquis de Courtanvaux. — *Mémoires de Mathématiques et de Physique* (Mémoires des savants étrangers), 1768, **5**, 72-80.
15. Comte de Lauraguais. — Travaux cités par Courtanvaux (14) et Chenevix (16).
16. Chenevix. — *Ann. Chim.*, 1809 [1], **69**, 5-58.
17. Baron. — *Académie Royale des Sciences.* Procès-verbaux manuscrits, 1762, tome 81, f° 25-26.
18. Macquer. — *Académie Royale des Sciences.* Procès-verbaux manuscrits, 1762, tome 81, f° 69-71.
19. Baron. — *Mercure de France*, juin 1762.
20. *Mémoires pour servir à l'Histoire de Languedoc*, par feu M. de Basville, Intendant de cette Province (chez René Boyer, imprimeur et marchand libraire, Amsterdam, 1734, pp. 266-268).
21. *Lettres Patentes* du 23 mai 1411. Inventaire de Louvé, page 200. Archives de Montpellier. Fonds des Grandes Archives, n° 2493, cote 1384.
22. H. Kopp. — *Geschichte der Chemie*, Leipzig, 1843, 4e partie, p. 331-340.
23. *Ibid.*, 1e partie, p. 75 (le tout réimprimé en 2 volumes en 1931).
24. Fremy. — *Encyclopédie chimique*, tome 60, Paris, 1888, p. 102 (acide acétique et ses dérivés).
25. Humphry Davy. — *Ann. Chim.*, 1815 [1], **96**, 72-95.
26. *Les Commentaires de M. P. André Matthiolus, médecin senois*, sur les six livres de Pedacius Dioscoride, Anazarbeen, de la Matière Médecinale. Traduits de latin en français par M. Antoine du Pinet. A Lyon, chez Pierre Rigaud, rue Mercière, 1605, pp. 500-502 et 574.
27. Pline l'Ancien. — *Histoire Naturelle*, livre XXXIV, chapitres XVI à XVIII (texte latin et traduction). Collection des Universités de France. Société d'Edition « Les Belles Lettres », Paris, 1953, p. 146-148.
28. Vitruve. — Texte et traduction par Auguste Choisy, t. III, livres VII à X, Paris, impr. libr. Lahure, 1909, p. 53 et 280-281.
29. *a*) Theophrasti Eresii Opera. Lipsiae. B. G. Teubner, 1767, p. 47. — *b*) *Traité des Pierres* de Theophraste, traduit du grec, avec des notes par Hill (traduit en français et publié par Jean-Thomas Hérissan, libraire à Paris, 1754, p. 188-189).
30. Fourcroy. — *Système des Connaissances chimiques*, tome I, p. 10 (Baudouin imprimeur, Paris, an II, 1800).
31. Gmelin's *Handbuch der anorganischen Chemie* (8 Auflage). System Nummer 60: Kupfer. Teil A. Lieferung 1, 1955, p. 11.
32. Berthollet. — *Histoire de l'Académie des Sciences*, 1783, 403.
33. Chaptal. — *Ann. Chim.*, 1798 [1], **28**, 113.
34. Fourcroy. — Réf. 30, tome VIII, p. 206-213.
35. Darracq. — *Ann. Chim.*, 1802 [1], **41**, 264-281.
36. Proust. — *J. Phys., Chim., Hist. Nat., Arts*, an XI, 1802, **56**, 20 (remarques sur le *Système des Connaissances chimiques* de Fourcroy).
37. Fourcroy. — *Ann. Chim.*, 1802 [1], **42**, 225 (réponse à Proust).
38. J. Gauthier. — *C. R.*, 1956, **242**, 644-647.
39. Derosne frères. — *Ann. Chim.*, 1807 [1], **63**, 267-286.
40. Destouches. — *Bull. Pharm.*, 1810, **2**, 119.
41. Phillips. — *Annals of Philosophy*, 1821, **1**, 417.
42. Phillips. — *Annals of Philosophy*, 1822, **4**, 161-165.
43. Berzelius. — *Ann. Physik*, 1824 [3], **78**, 233-256 ; *Pogg. Ann.*, 1824, **2**, 233-256.
44. Gmelin-Kraut. — *Handbuch der anorganischen Chemie.* Band V. Abteilung I. Siebente Auflage. Heidelberg, 1909, p. 997.
45. Z. A. Iofa, C. M. Kobryn et L. L. Glyachko. — *Zh. prikladnoi Khim.*, 1930, **3**, 366-374.
46. Wöhler. — *Ann. Phys. Chem.*, 1836, **37**, 166-167.
47. Wöhler. — *Ann. Chem. Pharm.*, 1836, **17**, 137-139.
48. Benjamin Roux. — *Rev. Scientif.*, 1846, **24**, 5-20.
49. G. Astre. — *J. Pharm. Chim.*, 1893, **28**, 542.
50. P. Sabatier. — *C. R.*, 1897, **125**, 101-104.
51. J. V. Dubsky, E. Tesarik et A. Okac. — *Coll. Trav. Chim. Tchécoslovaquie*, 1930, **2**, 266-287.
52. Z. A. Iofa et L. L. Glyachko-Gurvich. — *Zh. prikladnoi Khim.*, 1930, **3**, 361.
53. H. Shimizu et S. Weller. — *J. am. chem. Soc.*, 1952, **74**, 4469.

54. Ehrmann. — *Ann. Chem. Pharm.*, 1834, **12**, 92-96.
55. A. N. Agte et N. S. Golynko. — *Trudy Leningrad Krasnozhamen. Khim. Tekhnol. Inst.*, Leningrad Soveta, 1940, nº 8, 140-149 (*Chem. Abs.*, 1944, **38**, 2169-3).
56. *a*) *Histoire générale des drogues simples et composées*, par le sieur Pomet, marchand épicier et droguiste. Nouvelle édition corrigée et augmentée des Doses et Usages, par le sieur Pomet fils, apothicaire, Paris, 1735, t. II, p. 283. — *b*) *Encyclopédie*, Nouvelle édition, 1778, chez Fellet, Genève. Article de Montet sur le vert-de-gris, t. 35, p. 30-37.
57. Pline l'Ancien. — *Histoire Naturelle*, livre XXV, chap. XIX, paragr. 1. Collection des Auteurs Latins, par M. Nisard ; *Histoire Naturelle* de Pline traduite par M. E. Littré. J. J. Dubochet et Le Chevalier, édit., Paris, 1848, t. II, p. 172. « Alii primum aeruginem invenisse utilissimum emplastris, ideoque pingitur a cuspide decutiens eam gladio in vulnus Telephi ».
58. *a*) *Pharmacopoea*, sive De vero Pharmaca conficiendi & praeparandi Methodo, a praestantissimo & excellentissimo Medicorum Venetorum Collegio comprobata, Libri Duo (Curtio Marinello, Veneto, Medico, atque Philosopho, ex hoc Collegio uno, Auctore). Hanovre, 1617, pp. 440, 505-506, 543-548, 562-563.
b) *Pharmacopoeia Londonensis*, in qua Medicamenta antiqua et nova usitatissima, sedulo collecta, accuratissime examinata, quotidiani experientia confirmata, describuntur. Diligenter revisa, denuo recusa, emendatior, auctior, Quinta, Editio. Opera Medicorum Collegii Londinensis. Ex Serenissimi Regis Mandato. Cum R. M. Privilegio, 1639.
c) *Dictionnaire Pharmaceutique ou Apparat de Médecine, Pharmacie et Chymie*, par M. de Meuve, docteur en médecine, conseiller et médecin ordinaire du roi, 3e édition, Lyon, 1695.
d) *Pharmacopée Universelle*, par Nicolas Lemery, de l'Académie Royale des Sciences, docteur en médecine, Paris, 1716.
e) *Codex Medicamentarius seu Pharmacopoea Parisiensis*, Paris, 1748.
f) *Pharmacopoea Austriaco-Provincialis* (par Störck), Vienne, 1776.
g) *Pharmacopoea Borussica*, editio II-da et emendata, Francofurti et Lipsiae, 1801.
h) *Codex Medicamentarius sive Pharmacopoea Gallica*, 1818.
i) *Code Pharmaceutique* : traduction du précédent, par A. J. L. Jourdan, Paris, 1821.
59. *Pharmacopée Universelle ou Conspectus des Pharmacopées*, par A. J. L. Jourdan. Paris, 1928.
60. *Pharmacopoea Gallica* (Pharmacopée française), VIIe édition ; *Codex Medicamentarius Gallicus* (Codex français), 1949, p. 219.
61. Pickering. — *J. chem. Soc.*, 1907, **91**, 1988.
62. Dumas. — *Traité de Chimie appliquée aux Arts*, tome V, Paris, 1835, p. 164.
63. Gmelin. — *Handbuch der Chemie*, Vierter Band ; *Handbuch der organischem Chemie*, Erster Band. Vierte Auflage, Heidelberg, 1848, p. 653.
64. Gerhardt. — *Traité de Chimie organique*, t. I, p. 728, Paris, 1860.
65. A. Wurtz. — *Dictionnaire de Chimie pure et appliquée*, tome I, 1869, p. 2-13.
66. Berthelot et Jungfleisch. — *Traité élémentaire de Chimie organique*. Dunod, édit., Paris, 1881, t. II, p. 106.
67. P. Schutzenberger. — *Traité de Chimie générale*. Hachette, édit., Paris, 1885, t. IV, p. 468-469.
68. A. Galtier. — *Cours de Chimie minérale, organique et biologique*. Masson, édit., Paris, 1896, t. II, p. 147-148.
69. C. Dammer. — *Handbuch der chemischen Tehnologie*, Stuttgart, 1898, p. 555.
70. R. Abbegg et Fr. Auerbach. — *Handbuch der anorganischem Chemie*, Zweiter Band. Erste Abteilung, Leipzig, 1908, p. 635.
71. Gmelin-Kraut. — *Handbuch der anorganischem Chemie*. Band V. Abteilung I. Siebente Aufl., Heidelberg, 1909, p. 997.
72. Dorvault. — *L'Officine ou Répertoire général de Pharmacie pratique*, 15e édit., par Lépinois et Michel, Paris, 1910, p. 280.
73. Ulmann. — *Enzyklopadie des technischen Chemie*. Band V, Berlin, 1914, p. 16.

Fin de la bibliographie page 86.

LA RADIOASTRONOMIE

par M. LAFFINEUR, *
Vice-Président de la Société des Radioélectriciens,
Membre du Conseil de la Société Astronomique de France.

La Radioastronomie est une toute jeune science : elle n'a que 26 ans. C'est en 1932 qu'un ingénieur radioélectricien, Karl Jansky, poursuivait des recherches sur les récepteurs de T.S.F. dans un laboratoire industriel des Etats-Unis ; il essayait de construire des récepteurs ayant un bruit de fond très bas. On sait que le bruit de fond est l'équivalent, dans les circuits électriques, du mouvement brownien que révèlent nos microscopes ou l'agitation de nos galvanomètres. Quand Jansky branchait une antenne sur ces excellents récepteurs, cela produisait des parasites importants ; il voulut en déterminer la direction, et s'aperçut, à son grand étonnement, que les heures des maxima et les directions n'étaient fixées ni dans le temps, ni dans l'espace. Faisant preuve de perspicacité et de beaucoup de patience, il poursuivit ses essais une année entière, ce qui lui permit de constater que la direction avait, d'un mouvement uniforme et lent, fait le tour complet de l'horizon. Les soi-disants parasites tournaient avec les étoiles, il s'agissait en réalité d'une émission radio venant du centre de la voie lactée. Un nouveau chapitre de l'astronomie venait de s'ouvrir, et la radioastronomie se mit en marche sous l'œil d'abord sceptique, puis intéressé, des astronomes.

Quelle différence y a-t-il entre l'astronomie optique et la radioastronomie ? Une seule : la longueur d'onde du rayonnement reçu ; les étoiles, les planètes, les nébuleuses, les galaxies, tous les objets célestes, se manifestent à nous par leur rayonnement lumineux, dont la longueur d'onde est de l'ordre du micron (entre 0,365 pour l'ultra-violet et quelques microns pour l'infrarouge lointain). C'est au travers de cette étroite fenêtre du spectre des radiations électromagnétiques que l'Homme a édifié toute la science astronomique.

Les rayonnements radio actuellement observés sont compris entre 0,5 cm et un hectomètre. Cette large baie ouverte sur l'univers a, en 26 ans, permis de faire une ample moisson de connaissances nouvelles. Les radioastronomes sont plus favorisés que leurs collègues astronomes, car ils peuvent observer le ciel en plein jour, le soleil ne les gênant pas. Les nuages, qui arrêtent

* Conférence prononcée au Congrès de l'A.F.A.S.

toute observation optique, se laissent traverser par les ondes longues de la radio ; cependant, les astronomes optiques prédominent sur le plan instrumental : armé d'un télescope moyen et d'une bonne plaque photographique, l'astronome peut séparer deux étoiles dont la distance angulaire est de l'ordre de 6/100ᵉ de seconde d'arc (cela correspond à peu près à la distance angulaire des flammes de deux bougies serrées l'une contre l'autre, et observées à 70 km). Cette qualité de pouvoir enregistrer les tout petits détails de la voûte céleste est le pouvoir résolvant des instruments d'optique. Il est lié à la longueur d'onde et au diamètre de l'instrument.

Le pouvoir résolvant d'un télescope ordinaire de 2 m, comme celui qu'installe le C.N.R.S. à l'Observatoire de Haute-Provence, nécessiterait en radioastronomie un réflecteur de 3 600 km de diamètre, parfaitement en dehors des possibilités humaines. Il faut donc se contenter de construire de très grands instruments, sans espérer égaler la finesse des observations optiques.

Le plus grand radiotélescope en usage à l'heure actuelle est celui de l'Université de Manchester ; il mesure 76 mètres de diamètre, et peut être dirigé vers un point quelconque du ciel. La section du réflecteur de cet instrument est 230 fois supérieure à celle du miroir du plus grand télescope optique, installé à l'Observatoire du Mont Palomar, aux U.S.A.

L'énergie reçue des objets radioastronomiques est comparable à celle de la lumière des étoiles. Quand on recherche dans un instrument un très bon pouvoir résolvant, on augmente, comme nous l'avons vu, son diamètre. Sa surface croissant comme le carré du diamètre, l'instrument reçoit alors une quantité d'énergie inutilement importante ; aussi les radioastronomes, dans un but d'économie de moyens, ont-ils réalisé des antennes squelettiques ayant le même pouvoir résolvant que celui d'un grand miroir, mais avec une surface beaucoup plus petite.

L'émission solaire. — Le soleil, qui nous envoie une énergie très grande, sous forme de lumière, est par contre un pauvre émetteur radioélectrique. L'émission radio-solaire prend naissance dans la Couronne, atmosphère étendue et très chaude qui peut être photographiée pendant les éclipses totales. Des appareils récents, les radio-interféromètres à éléments multiples, permettent par enregistrements successifs de reconstituer chaque jour l'aspect de la couronne, avec ses points brillants liés aux taches solaires actives et sa structure géométrique irrégulière, bien plus facilement que ne le permettaient les observations fugitives et rares du soleil éclipsé par la lune.

L'observation radioélectrique de la couronne solaire permet une analyse très complète de cette atmosphère ; on peut en particulier mesurer ces caractéristiques, même au-dessus du disque

lumineux dont la « brillance radioélectrique » n'éblouit en aucune façon le radiotélescope. Le rayonnement radio de la couronne est dû en majeure partie aux accélérations des électrons du gaz complètement ionisé qui la compose. Chaque fois qu'un électron passe à proximité d'un noyau, sa trajectoire est modifiée par l'attraction de ce dernier, il y a émission de rayonnement. Dans le gaz coronal très dilué, les variations de l'énergie cinétique des électrons sont faibles, en moyenne, et par suite le rayonnement émis se situe dans les grandes longueurs d'onde.

La Télémétrie de notre galaxie. — C'était un lieu commun, il y a quelqes années, de dire qu'il était plus facile de connaître la forme des galaxies voisines (révélée par la photographie à longue pose) que la forme de la nôtre. On ajoutait souvent que le cas de l'astronome ressemblait à celui du géomètre dans une forêt, les arbres proches lui cachant la forêt et l'empêchant d'en dresser le plan d'ensemble. C'est un triomphe de la radioastronomie de nous avoir permis de dessiner avec un grand luxe de détails le plan de la galaxie qui contient notre petit système solaire. Examinons les méthodes employées.

L'hydrogène galactique et son émission sur 21 cm. — L'atome d'hydrogène est, on le sait, composé d'un noyau, le proton, autour duquel gravite un seul électron pouvant occuper plusieurs orbites discrètes ou « niveaux d'énergie ». Le passage d'un niveau à un autre s'accompagne d'une émission ou d'une absorption de rayonnement dont les longueurs d'onde sont bien définies. Mais il y a, dans l'atome d'hydrogène, une autre « transition » découverte par un physicien contemporain, dans laquelle l'énergie varie si peu que le rayonnement émis a une longueur d'onde qui s'évalue non pas en angströms mais en centimètres. Elle ne peut se produire que si les atomes sont à l'état de repos quasi complet : il faut qu'ils ne reçoivent aucun rayonnement extérieur et que, réunis en très petit nombre par centimètre cube (gaz à très faible densité), ils ne risquent pas de se rencontrer entre eux dans leurs mouvements. Ces conditions sont réalisées seulement dans le vide qui règne entre les étoiles. Le mécanisme suivant prend alors naissance :

L'électron et le proton peuvent être assimilés à deux petits aimants dont les axes magnétiques sont parallèles. Si les pôles de même nom sont en regard, les aimants se repoussent ; si les pôles de noms contraires sont face à face, les aimants s'attirent ; l'atome a donc deux états d'énergie très voisins (eu égard aux faibles moments magnétiques et à la distance relativement grande qui sépare l'électron du proton). Le passage de l'un à l'autre de ces deux états s'accompagne d'émission ou d'absorption d'un rayonnement dont la longueur d'onde calculée est de 21,12 cm et, par suite, tout à fait accessible à des récepteurs de radio spécialement construits.

Effet Doppler-Fizeau. — Supposons un récepteur terrestre visant la Voie Lactée dans laquelle se trouvent des nuages d'hydrogène. S'il n'y avait pas de déplacement relatif entre les atomes et le récepteur, on devrait recevoir une émission sur 21,12 cm. C'est ce qui se produirait si la galaxie était immobile ou encore si elle se déplaçait en bloc, tournant par exemple autour de son centre à la façon d'un disque de phonographe. Mais ce n'est pas le cas, du moins dans les régions périphériques où notre soleil circule ; les vitesses angulaires des différentes parties d'une galaxie varient du centre à la périphérie. Un atome près du centre décrit, par unité de temps, un angle plus grand qu'un atome éloigné. Il en résulte que tous les nuages d'hydrogène situés le long de l'orbite circulaire décrite par le système solaire autour du centre galactique, seront (en moyenne) à des distances fixes par rapport à nous. Tous ceux qui sont soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de cette circonférence présenteront un déplacement relatif, donc une « vitesse radiale » ; cette vitesse pouvant être d'approche ou d'éloignement suivant les cas. Or l'effet Doppler-Fizeau modifiant la fréquence apparente de l'onde reçue, cette onde n'a donc plus 21,12 cm mais en diffère d'une petite quantité. Les radioastronomes mesurent avec précision ces écarts, et ils les traduisent en distances pour chaque direction et pour chaque nuage important d'hydrogène réalisant une véritable télémétrie radioélectrique. On sait maintenant que l'hydrogène est concentré en un disque relativement mince dans le plan galactique. Ce disque est d'ailleurs légèrement gauchi. Il est remarquable de constater que la direction où il s'écarte du plan est précisément celle des nuées de Magellan (ces objets étant deux petites galaxies satellites de la nôtre). Dans le disque en question, les nuages d'hydrogène froid dessinent des spires serrées présentant une grande similitude de forme avec celles de galaxies voisines ; cela conduit à supposer que la répartition de ces nuages est la même que celle des étoiles des spires.

Radio-Sources. — La radioastronomie nous a révélé aussi l'existence d'objets obscurs émettant abondamment des ondes métriques. Ces objets sont très probablement constitués par des masses de gaz très dilué contenant des particules en mouvement très rapide, dont les vitesses sont dites « relativistes », c'est-à-dire comparables à celle de la lumière.

Les objets célestes visuels ou photographiques ont été aisément, dans le passé, classés en planètes, étoiles, nébuleuses gazeuses, galaxies spirales, etc..., d'après leur forme, révélée par l'œil ou par la plaque sensible. Il n'en a pas été de même pour les objets radioélectriques, les formes de ces objets ne sont pas saisies par le récepteur radio normal qui donne simplement la mesure de l'énergie reçue de l'objet, par l'antenne, dans une certaine bande de fréquence. Les radiotélescopes mélangent même

tous les objets célestes contenus dans le diagramme de réception de l'antenne utilisée. Le pouvoir résolvant des antennes a fait ces derniers temps l'objet de nombreux travaux, il a été amélioré, les diagrammes sont devenus de plus en plus étroits, les techniques des interféromètres se sont perfectionnées si bien que les positions des radio-sources sont connues maintenant avec une plus grande précision et même quelquefois pour les plus intenses, on arrive à explorer leur forme générale (technique de l'interféromètre à deux éléments à longueur de base variable).

Les astronomes « classiques » accordent de plus en plus d'intérêt aux travaux d'observation sur les fréquences de la radio et leur apportent une contribution essentielle, fruit de leur expérience.

On a ainsi pu améliorer la classification des radio-sources et distinguer cinq catégories différentes se rattachant à des objets visibles ou photographiables :

a) Les coquilles en expansion d'anciennes super-novæ.

b) Un certain type de nébulosités filamenteuses en mouvement rapide.

c) Les nuages d'hydrogène ionisé (régions H II).

d) Des galaxies particulières à grands mouvements internes et à raies d'émission.

e) Des galaxies normales des derniers types, analogues à la nôtre et suffisamment proches de nous.

Groupe A. — Il y a quelques progrès dans l'observation de ces objets dont le premier connu est la nébuleuse Crabe (Crab Nebula), ainsi désignée à cause de sa forme irrégulière hérissée de filaments. On la trouve dans la constellation du Taureau. La nébuleuse Crabe est issue de l'explosion d'une super-nova historique qui apparut dans le ciel en 1054 et dont les caractéristiques de position et le tableau de variation de l'intensité lumineuse ont été retrouvés dans les chroniques chinoise et japonaise.

Un chercheur anglais a observé une radio-source du même type dans la constellation de Cassiopée très proche de la position qu'occupait dans le ciel la super-nova de Tycho Brahé, observée et décrite par cet astronome en 1572. L'éclat de cette super-nova était tel qu'elle restait visible en plein jour. Aucune trace précise des restes de cette explosion stellaire n'est visible de nos jours ; les clichés ne révèlent à cet endroit aucune nébulosité particulière, seule l'émission radioélectrique que l'homme a vu se disperser dans l'espace il y aura bientôt quatre siècles nous envoie encore le faible message de cet événement astronomique.

Une troisième source du type *a*) a été identifiée avec la nova décrite par Képler en 1604 et dont les gaz émettent encore de nos jours une faible lueur. La radio-source correspondante vient d'être observée dernièrement.

Groupe B. — La découverte d'un type spécial d'objets célestes, très probablement différent du précédent, est dû aux radio-astronomes ; on distingue des filaments faiblement lumineux photographiables à l'endroit de la source radio.

L'observation des spectres de ces filaments révèle d'importants décalages des raies par effet Doppler-Fizeau, la vitesse radiale correspondante atteignant jusqu'à 3 000 km/sec. On a suggéré que ce que nous voyons comme un filament est en réalité une couche de matière gazeuse animée de mouvements simultanés à différentes vitesses. Les autres filaments repérables sur le cliché révèlent des compositions chimiques et des vitesses différentes. Or, on ne trouve pas cette diversité de mouvements et de compositions dans les coquilles de super-novæ ; c'est pourquoi il a été proposé de faire de ces objets une classe à part (elle contient la radio-source de Cassiopée qui est la première en importance dans le ciel boréal).

D'autres objets de ce type ont été analysés, en particulier dans la constellation du Navire Austral.

Groupe C. — Nous arrivons maintenant à une troisième classe d'objets radio-astronomiques reliés à des radio-sources et situés, comme ceux des deux classes précédentes, à l'intérieur de notre Galaxie ; ce sont des régions dont l'énergie émise est décelable surtout dans la gamme des ondes centimétriques. Le spectre des radio-sources a permis à certains auteurs de suggérer l'hydrogène ionisé H II, dans le voisinage des étoiles à haute température, comme origine de ce rayonnement.

Groupe D. — Nébuleuses anormales. — On sait que la radio-source du Cygne (la première découverte) avait été identifiée avec une nébuleuse extra-galactique irrégulière, composée selon toute vraisemblance de deux spirales en collision. Nous avons aujourd'hui de nouveaux détails sur cet objet radio-émetteur et il est intéressant de les exposer ici. Au début des recherches, il a été possible de localiser la région où, par suite des erreurs d'expérience, les radio-astronomes ont indiqué diverses positions de la radio-source du Cygne. A première vue, cette zone ne contient aucun objet exceptionnel ; pas de filament, pas de nébuleuse gazeuse comme la Crab Nebula. Avec des appareils à plus long foyer, on a pu prendre des clichés où l'on distingue un amas de galaxies lointaines perceptibles entre les étoiles. Parmi ces dernières, et au voisinage du centre de la région délimitée, une galaxie de dix-septième grandeur présente un caractère excep-

tionnel ; cet objet a été photographié au télescope de 5 m de diamètre avec interposition de filtres colorés donnant une pré-analyse spectrale qualitative.

On a démontré par le calcul que dans une telle rencontre, très rare, les étoiles ne se heurtent presque jamais, leurs diamètres étant trop petits par rapport à l'énorme distance qui les sépare ; par contre, les gaz interstellaires sont en cillision et chaque collision entre atomes chasse les électrons orbitaux avec émission de photons. On doit dans ce cas s'attendre à voir ces gaz émettre leurs raies spectrales propres, c'est que confirme l'observation au spectrographe. Cette galaxie anormale ne présente pas le spectre habituel des spirales voisines, les raies des gaz stellaires sont « en émission », elles sont larges, ce qui indique de fortes excitations.

On voit à peine le fond continu qui prédomine généralement dans les spectres des galaxies. Plus de la moitié de l'énergie lumineuse est contenue dans les raies d'émission de cet objet exceptionnel. La distance de cet objet a été évaluée suivant les méthodes habituelles.

L'étude de la forme de la radio-source du Cygne a été entreprise à Manchester. Un interféromètre à deux éléments et à espacement variable a été utilisé pour obtenir les diamètres dans différents angles de position.

L'identification de la radio-source la plus intense du ciel avec un objet photographique de 17ᵉ grandeur peut paraître hardie, mais d'autres nébuleuses extra-galactiques présentent de grandes analogies avec la précédente et coïncident en position avec des radio-sources.

Groupe E. — Galaxies normales. — La Voie Lactée, c'est-à-dire une partie de notre galaxie, émet, on le sait, des ondes radio ; de même, des galaxies voisines sont aussi des radio-sources. On connaît en tout huit galaxies voisines identifiées avec des objets radio-émetteurs.

Nous venons de passer en revue la plupart des identifications actuelles ; on doit remarquer que moins de cinquante objets célestes ont été comparés avec quelques-unes des 1 750 radio-sources connues. Aucune des radio-sources ne semble coïncider avec un type particulier d'étoile proprement dite, mais plutôt avec des amas gazeux en mouvement. Est-ce à dire qu'il n'y a pas de radio-étoiles ? Ce problème a été discuté par certains chercheurs étrangers, mais leurs conclusions préliminaires n'excluent pas l'existence de radio-étoiles et la question reste à résoudre.

Conclusion. — Nous pouvons dire aujourd'hui que l'émission radio-électrique du ciel provient des parties de l'univers où se trouvent des masses gazeuses de très faible densité animées de mouvements internes rapides.

Ces masses ne se révèlent à nous que par ce rayonnement, détecté récemment grâce aux progrès de nos techniques. Bien que de faible densité, leur volume énorme leur confère une masse totale très importante, comparable à celle de l'ensemble des étoiles. C'est la raison pour laquelle la Rodioastronomie, science d'observation de la matière à l'état dilué, apporte une si grande contribution à l'édification de notre connaissance de l'Univers.

M. LAFFINEUR.

(Suite de la page 78).

74. P. BAUD. — *Chimie Industrielle.* Masson, édit., 1928, p. 485.
75. P. BAUD. — *Traité de Chimie Industrielle.* Masson et C[ie], édit., 1942, p. 41-42.
76. R. E. KIRK et D. F. OTHMER. — *Encyclopedia of chemical technology.* The Interscience Encyclopedia, New-York, 1949, p. 468.
77. GUHA. — *Nature*, 1945, **155**, 364.
    GUHA. — *Proc. roy. Soc.*, 1951, **206** A, 353-373.
78. LANCASTER et GORDY. — *J. chem. Phys.*, 1951, **19**, 1181.
79. BLEANEY et BOWERS. — *Proc. roy. Soc.*, 1952, **214** A, 451-465.
80. H. KUMAGAI, H. ABE et J. SHIMADA. — *Phys. Rev.*, 1952, **87**, 385-387.
81. B. BLEANEY. — *Rev. Mod. Phys.*, 1953, **25**, 161-162.
82. T. OKAMURA, Y. TORIZUKA et M. DATE. — *Phys. Rev.*, 1953, **89**, 525.
83. H. ABE et J. SHIMADA. — *Phys. Rev.*, 1953, **90**, 316.
84. T. OKAMURA et M. DATE. — *Phys. Rev.*, 1954, **94**, 314-315.
85. J. N. VAN NIEKERK et F. R. L. SCHOENING. — *Nature*, 1953, **171**, 36-37.
    J. N. VAN NIEKERK et F. R. L. SCHOENING. — *Acta crystallogr.*, 1953, **6**, 227.
86. G. FOEX, T. KARANTASSIS et N. PERAKIS. — *C. R.*, 1953, **237**, 982-983.
87. H. ABE. — *Phys. Rev.*, 1953, **92**, 1572.
88. GILMOUR et PINK. — *J. chem. Soc.*, 1953, 2198-2201.
89. R. TSUCHIDA et S. YAMADA. — *Nature*, 1955, **176**, 1171.
90. J. GAUTHIER. — *Thèse, Paris 1958.*

Note : Une thèse de droit est en préparation sur « *L'Industrie du verdet à Montpellier* » par M[e] ARNAL, avoué.

SAHARA 1958

(Hommages à Conrad Kilian. Le Précambrien. Les recherches dans le Hoggar. Infracambrien, Cambrien et Silurien. Le Pétrole des terrains primaires. Le Code pétrolier et l'arrivée de la Standard. Le « Continental intercalaire » du Sahara central. Le Gaz naturel du Trias. Majâbat al-Koubrâ (l' « Empty Quarter » du Sahara occidental),

par Raymond FURON.

Voici tout juste un an que j'ai publié une mise au point de ce que l'on savait sur la géologie, les ressources minérales et la mise en valeur du Sahara (1).

Les publications et les nouvelles de l'année 1958 ont été si importantes qu'elles méritent d'être exposées.

Hommages à Conrad Kilian (1898-1950)

Tous les géologues africains savent ce que la géologie du Sahara central doit à Conrad Kilian, qui, le premier, en 1922, comprit la structure d'ensemble du Hoggar et de ses Tassilis. L'essentiel de son œuvre scientifique a été exposé dans la Notice nécrologique qui lui fut consacrée par un autre Saharien, le professeur Bourcart, à la Société Géologique de France, le 4 juin 1951.

Le 17 octobre 1958, M. F. de Chasseloup-Laubat a retracé les étapes de la vie émouvante de Conrad Kilian, devant l'Académie des Sciences d'Outre-Mer. Il a montré l'homme, ses hautes vertus de géologue, d'explorateur, de soldat ; il a commenté sa longue lutte contre le Ministère des Affaires Etrangères auquel il recommandait de ne pas abandonner le Fezzan, dont il soupçonnait les richesses. Interprétant sa mort tragique en 1950, M. F. Chasseloup-Laubat y voit, non pas un suicide provoqué par une dépression nerveuse, mais un assassinat déterminé par de puissants intérêts étrangers (2).

Par ailleurs, la gloire de Conrad Kilian, dépassant le milieu géologique, atteint celui de la « grande presse », ce qui est beaucoup plus grave. On ne prête qu'aux riches !, mais il ne faudrait pas non plus « romancer » l'œuvre écrite du grand géologue.

---

(1) R. FURON. Le Sahara (Géologie-Ressources minérales-Mise en valeur). I vol. in-8, 300 pages, 22 fig. Paris, 1958 (Payot, éditeur).

(2) F. DE CHASSELOUP-LAUBAT. Hommage à Conrad Kilian. *C. R. Ac. Sc. Outre-Mer*, séance du 17 octobre 1958.

Nous avons par bonheur son œuvre posthume, sous la forme d'un « pli cacheté » déposé à l'Académie des Sciences le 22 novembre 1948, sous le n° 12494. Ce pli fut ouvert à la demande de ses héritiers le 22 novembre 1951, mais sa publication fut ajournée jusqu'au 7 octobre 1957.

La communication concerne les schistes à Graptolithes de Tiounkenine (Emmidir) découverts par C. Kilian en 1928 et décrits par lui à la Société Géologique de France, en 1933 (pp. 25 et 91 du Compte Rendu sommaire des séances). Mais ici, en 1948, C. Kilian ajoutait que ces schistes à Graptolithes, souvent carburés ou bitumineux, se présentent en dômes allongés au Nord-Ouest de l'Emmidir (ou Mouydir) et que ces structures seraient favorables à la présence de pétrole exploitable. Il signalait, en outre, la trace d'indices de Cuivre dans le Cristallin de l'anticlinal d'Amguid (1).

Ses hypothèses sur la présence de pétrole au Fezzan sont enfermées dans les dossiers du Ministère des Affaires Etrangères.

Tels sont les titres exacts qui valent à C. Kilian d'être appelé maintenant le « Père du pétrole saharien ». On aimerait voir un jour son œuvre scientifique exposée et commentée largement afin de montrer son importance dans l'établissement de la stratigraphie africaine.

Nous en rappellerons toutefois cette notion préliminaire et indiscutable que Conrad Kilian comprit le premier, la structure du Sahara central, avant d'avoir subi les épreuves du Certificat de Géologie !

Le Précambrien

Le Précambrien du Sahara occidental a fait l'objet de deux Thèses de Doctorat.

La première, celle de M. G. Rocci, imprimée en 1957 et distribuée en 1958, traite des formations métamorphiques et granitiques du pays Reguibat, dans la Mauritanie du Nord. L'auteur pense que les tout premiers sédiments du Précambrien ancien pourraient fort bien provenir de la désagrégation d'une partie du *Sima*. Après de grands mouvements orogéniques, les roches sont métamorphisées, puis un grand cycle de granitisation s'ébauche, puis on ne sait plus rien depuis le Précambrien moyen (2).

La seconde est celle de M. L. Renaud qui décrit d'abord la formation métamorphique de Bakel-Akjoujt, se raccordant aux

(1) † C. Kilian. Pétrole et Cuivre dans le Sahara central. *C. R. Ac. Sc.*, 1957, t. 245, p. 1255.

(2) G. Rocci. Formations métamorphiques et granitiques de la partie occidentale du pays Reguibat (Mauritanie du Nord). *Bull. Dir. Féd. Mi. Géol. A.O.F.*, 1957, n° 21, 427 pages, tables, cartes et planches.

travaux de M. A Blanchot. L'auteur aborde ensuite la question du *Falémien,* série non métamorphique dont la situation exacte reste discutée, tout particulièrement dans ses relations avec les formations schisteuses et dolomitiques à Stromatolithes de l'Infracambrien (1). Nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser.

Dans le Sahara central, MM. Gravelle et Lelubre ont découvert des Stromatolithes du type *Conophyton* dans le Pharusien du Hoggar. Ce sont les plus anciennes formes de ce groupe connues à ce jour et même une des plus anciennes manifestations de la Vie (2).

Les recherches minières dans le Hoggar

Les recherches de minerais métalliques dans le Hoggar ont été entreprises par le Bureau de Recherches Minières en Algérie (le B.R.M.A.) depuis l'hiver 1954-55.

La géologie du Hoggar est connue grâce aux travaux de C. Kilian, M. Lelubre et J. Blaise. C'est en s'appuyant sur la géologie seule, et non pas sur des indices connus de minéralisation, que la prospection s'est engagée.

Les résultats en ont été présentés à l'Association des Services Géologiques Africains, réunie à Léopoldville en juillet 1958 (3).

Etain et Wolfram. — L'existence de « granites à l'emporte-pièce », du type Taourirt, d'âge post-pharusien, y a fait rechercher l'Etain et le Wolfram. Plusieurs gîtes ont été découverts et prospectés : l'Adrar In Tounine (à 15 km à l'Est de Tamanrasset), l'Adrar Elbema (à 150 km au NE de Tamanrasset), le massif de Djilouet (à 20 km au NE de Djanet).

La minéralisation primaire est formée de filons ou lentilles de greisen à cassitérite et de filons de quartz à cassitérite, wolfram et scheelite. Il s'y ajoute des traces de sulfures oxydés de fer et de cuivre, sans intérêt.

Les teneurs sont insuffisantes pour permettre une exploitation directe de la cassitérite et du wolfram. D'autre part, les conditions particulières de l'alluvionnement en pays désertique n'ont pas permis de concentrations alluvionnaires de teneur et de tonnage utiles. On cite des concentrations locales fort riches (jusqu'à 22 kg de cassitérite, wolfram et scheelite à la tonne), mais le volume des alluvions est trop réduit pour permettre une exploitation.

---

(1) L. Renaud. Le Précambrien du Sud de la Mauritanie et du Sénégal oriental. Thèse ronéotypée (Clermont-Ferrand), 136 pages.

(2) M. Gravelle, M. Lelubre. Découverte de Stromatolithes dans le Pharusien de l'Ahaggar occidental. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1957, (6), t. 7, pp. 435-442.

(3) M. Meindre. Principales minéralisations du Hoggar (Sahara algérien. *Chronique des Mines d'Outre-Mer et de la Recherche Minière*, 1959, n° 271, pp. 9-22, 5 cartes.

Platine. — Le bruit a couru que le Hoggar était une province platinifère. En réalité, il existe bien des gabbros et des serpentines qui auraient pu contenir du platine, mais les recherches alluvionnaires ont été décevantes. La prospection ne continuera que si les *nouvelles analyses du B.R.M.A.* venaient à conclure dans un sens favorable.

Diamant. — Au cours de prospections alluvionnaires, un diamant fut trouvé dans la région de Silet, à 120 km à l'Ouest de Tamanrasset. Certains textes disent plusieurs diamants. Les prospecteurs ont recherché d'où pouvait provenir ce diamant. La région de Silet est dominée par des volcans éteints et des coulées basaltiques. Parmi les produits de projection de ces anciens volcans, les géologues ont déterminé des blocs arrachés au substratum profond (gneiss, péridotites, etc.). On ne peut savoir actuellement si le diamant de Silet provient d'un bloc de kimberlite diamantifère « remonté » par le volcan, ou bien d'une cheminée de kimberlite, que l'on continue à rechercher.

Uranium. — La recherche des minéraux radioactifs est réservée au Commissariat de l'Energie Atomique. Il ne semble pas que l'on ait trouvé autre chose que des traces.

Infracambrien, Cambrien et Silurien

La question de l'Infracambrien a été longuement discutée au cours du Colloque International organisé par le C.N.R.S. et réuni au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, du 27 juin au 4 juillet 1957. Les textes ronéotypés ont été publiés en un volume en fin 1958 (1).

En ce qui concerne le Sahara français, on note les interventions de G. Choubert, R. Dars, R. Furon, N. Menchikoff, P. Gevin, P. Hupé, H. et G. Termier, L. Renaud, J. Sougy.

L'essentiel du résultat a été un accord relatif sur l'existence d'un Infracambrien débutant par une « tillite » et nettement discordant sur le vieux socle précambrien arasé. Cet Infracambrien est formé de schistes, de pélites et de calcaires dolomitiques à Stromatolithes. Son âge réel reste inconnu.

Un document important est apporté par MM. C. Bense et J. Delpy (2) qui estiment que la « série de Ledfotar » considérée par M. L. Renaud comme du « Falémien » discordant sous le « Primaire », n'est en réalité qu'un groupe localement plissé

---

(1) Les relations entre Précambrien et Cambrien. Problèmes des séries intermédiaires. *Colloque international du C.N.R.S.*, Paris, 27 juin-4 juillet 1957, 1958, 272 pages.

(2) Cl. Bense, J. Delpy. A propos de la position stratigraphique du Falémien de Mauritanie : nouvelles observations sur la coupe de Touijigjigt. *C. R. Ac. Sc.*, 1958, t. 247, pp. 2388-2391.

et dont tous les éléments passent latéralement vers l'Est à l'Infracambrien du Tagant et de Kiffa, sans aucune discordance.

C'est la position que j'ai toujours soutenue, y compris au cours du Colloque de 1957.

Les « grès inférieurs » qui viennent au-dessus et qui passaient généralement pour ordoviciens sont divisés en deux séries par une discordance : à la base, du Cambrien vrai à *Obolus*, Tigillites et Lingules ; au sommet, les grès ordoviciens. Cette discordance, indiquée par J. Sougy dès 1956, a été retrouvée un peu partout dans le Sahara et les régions voisines : au Soudan occidental par R. Dars (1957), dans le Sahara central (J. P. Bertrand et L. Lessard, 1958 ; P. Claracq, C. Fabre, J. M. Freulon, F. Nougarède, 1958 ; C. Chanut et R. Nyssen, 1958).

Le Pétrole des terrains primaires

Le Pétrole d'Hassi Messaoud tient toujours la vedette. Dès le début de 1958, la S.N. Repal pouvait annoncer que le gisement contient certainement 300 millions de tonnes de pétrole disponible. De nouveaux forages plus récents permettent d'augmenter ce chiffre. Le pétrole se trouve entre 3 200 et 3 500 mètres, non pas dans les grès du Trias comme le gaz d'Hassi R'Mel, mais semble-t-il, dans les grès du Cambrien.

L'huile est très légère, riche en gaz, très différente de celle qui est actuellement traitée dans les raffineries françaises.

Malgré les difficultés que l'on sait, l'évacuation de ce pétrole vers la France a effectivement commencé grâce à un petit pipeline jusqu'à Touggourt et de là par wagons-citernes jusqu'à Philippeville, port d'embarquement. C'est le 4 mars 1958 que le tanker *Président Mény* chargeait la première cargaison de pétrole saharien. Il en est arrivé en France plus de 400 000 tonnes au cours de l'année 1958. On commence l'installation d'un gros pipeline qui aboutira à Bougie et pourra débiter environ 15 millions de tonnes en 1961, voire 25 millions en 1963.

Enfin, à 80 km au Sud d'Hassi Messaoud, la « Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine » a trouvé du pétrole à 3 290 mètres de profondeur, au forage d'El Gassi.

Les gisements de la C.R.E.P.S., dans la région de Fort-Polignac, ont également fait l'objet de nouveaux forages qui ont augmenté largement la surface de la zone pétrolifère connue. Il y a maintenant 45 puits à Edjelé, 15 à Tiguentourine et 20 à Zarzaïtine, qui permettent de très grands espoirs. Il faut y ajouter les 2 puits du nouveau gisement d'El Ader-Larache.

Les réserves sont évaluées provisoirement à environ cent millions de tonnes. L'évacuation se fera par la Tunisie. Elle devrait commencer en octobre 1960... Si ?...

Le Code pétrolier et l'arrivée de la Standard. — Le *Journal Officiel* du 23 novembre 1958 a publié les trois Ordonnances n°s 58-1111, 58-1112 et 58-1113, constituant le « Code pétrolier saharien ».

Le taux de l'impôt direct et unique est fixé à 50 % des bénéfices.

La stabilité du régime fiscal est garantie.

Les Compagnies étrangères auront le droit au transfert libre des produits de l'exploitation et au rapatriement des capitaux investis, dans leur pays d'origine.

Ce Code a l'avantage de clarifier les positions, de faciliter l'arrivée des capitaux étrangers, de régler toutes questions en suspens.

Aux huit Sociétés américaines déjà présentes depuis le début de 1958, est venue s'ajouter la toute-puissante *Standard Oil of New Jersey,* de par son accord avec la *Compagnie Française des Pétroles* et la *Pétropar,* annoncé le mercredi 21 janvier 1959 (*Esso-Sahara*).

La prospection du Bassin de Tindouf. — Le Rapport du « Bureau Industriel Africain » pour 1957 nous rappelle que l'attribution au Cambrien des grès productifs d'Hassi Messaoud avait donné un intérêt nouveau à la prospection du Bassin de Tindouf, mais celle-ci n'a pu reprendre du fait de l'insécurité.

Le « Continental Intercalaire » du Sahara central

Le « Continental intercalaire », tel qu'il a été défini en 1931 par Conrad Kilian, couvre toute la période comprise entre le « Post-tassilien » et le « Continental hamadien », c'est-à-dire depuis le Moscovien jusqu'au Cénomanien inférieur inclus. Cela représentait la zone supérieure des « Grès de Nubie », plus particulièrement le Crétacé inférieur, sans exclure le Jurassique et l'ensemble fut représenté avec l'indice JK sur la Carte géologique internationale de l'Afrique, terminée en 1952.

Toutefois, les recherches de pétrole dans la région de Fort-Polignac allaient apporter de singulières précisions.

Le *Crétacé inférieur* était bien connu par ses faunes de Poissons et de Reptiles, ainsi que par quelques Bois silicifiés et des restes de *Weichselia reticulata.*

Le *Jurassique* fut découvert en Tunisie par A. F. de Lapparent dans le Sahara tunisien, avec des structures de *Weichselia reticulata* dans le Bathonien et le Jurassique supérieur (E. Boureau et A. F. de Lapparent, 1951). *Weichselia reticulata* y est accompagnée d'une Protopinacée curieuse : *Brachyoxylon brachyphylloides,* connue de la Tunisie jusqu'aux abords de l'Aïr.

En 1957 et 1958, le plateau de Taouratine (au Nord d'Edjelé), étudié par les géologues pétroliers, a livré toute une flore jurassique, bien située au-dessous des niveaux fossilifères du Crétacé inférieur. Il y a encore des structures de *Weichselia reticulata*, puis des empreintes de *Lonchopteris* sp., *Pecopteris* sp., *Laccopteris* sp., *Cladophlebis* sp. et *Todites Williamsoni* (1).

Ce Jurassique continental est encore prouvé par la découverte toute récente de Reptiles (A. F. de Lapparent) (2) dans la série de Taouratine : de grands os de *Brachiosaurus*, Sauropode du Jurassique supérieur.

La série s'est complétée vers le bas par la découverte des Amphibiens Stégocéphales de Zarzaïtine. Ce sont des Capitosauridés du *Trias*, décrit par J.-P. Lehman (3) et des Dinosauriens Théropodes (2).

On doit également à E. Boureau la révision complète des flores fossiles du Sahara, révision qui intéresse particulièrement le « Continental Intercalaire » (4).

Un nouvel affleurement de Crétacé marin

Le Crétacé marin constitue la Hamada de Tinrhert et C. Kilian avait signalé un lambeau avancé de la transgression crétacée sur le Cristallin de la région d'Amguid, à 100 km plus au Sud.

Un nouvel affleurement vient d'être découvert entre la Hamada de Tinrhert et Amguid, reposant sur les grès primaires du Tassili (5).

Le Gaz naturel du Trias

On sait que le dégazage du pétrole brut d'Hassi Messaoud produira plus de 4 milliards de mètres cubes de gaz par an, pour une production prévue de 25 millions de tonnes d'huile, dans quelques années.

---

(1) E. Boureau, P. Claracq, F. Nougarède. Sur la paléobotanique et la stratigraphie du bassin de Fort-Polignac (Sahara). *C. R. Ac. Sc.*, 1957, t. 245, pp. 544-545.

E. Boureau, P. Caillon. Sur la flore fossile et l'âge des couches de Taouratine, dans le bassin de Fort-Polignac (Sahara). *C. R. Ac. Sc.*, 1958, t. 247, pp. 2173-2175.

(2) A. F. de Lapparent, P. Claracq, F. Nougarède. Nouvelles découvertes de Vertébrés dans les séries continentales au Nord d'Edjeleh (Sahara central). *C. R. Ac. Sc.*, 1958, t. 247, pp. 2399-2402.

(3) J.-P. Lehman. Les Stégocéphales sahariens. *C. R. Ac. Sc.*, 1957, t. 245, pp. 551-552.

(4) E. Boureau. Evolution des flores disparues de l'Afrique nord-équatoriale. *Bull. Scient. Comité Travaux Hist. et Scient.*, 1958, 64 pages.

(5) P. Claracq, P. Durif. Découverte d'un affleurement jalonnant la transgression du Crétacé supérieur en direction d'Amguid (Sahara central). *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 1958, pp. 307-308.

D'autre part, le gisement de gaz d'Hassi R'Mel, découvert en 1956, est d'une très grande importance et le chiffre a été avancé de 1 000 milliards de mètres cubes. Le gisement se situerait dans les grès du Trias.

C'est une ressource énergétique considérable. Sa situation géographique la rend assez peu utilisable dans l'immédiat, puisque les besoins de l'Afrique du Nord sont extrêmement réduits.

Un homme politique optimiste, M. Maurice Lemaire, a pensé que ce gaz pourrait alimenter l'Europe occidentale et a lancé l'idée de l' « Eurafrigas » au Conseil de l'Europe (1).

Le vrai problème est d'ordre technique et financier. Ce gaz devrait arriver en Europe à des prix compétitifs. D'autre part, le transport par pipe-lines sous-marins est actuellement exclu, tout aussi bien que le creusement d'une galerie sous le détroit de Gibraltar.

La solution actuellement viable est la liquéfaction du gaz aux environs de — 150° (ce qui réduit son volume d'environ 500 fois) et son transport à bord de navires méthaniers. Le problème a été résolu aux Etats-Unis et le premier méthanier, le *Methane Pioneer,* a quitté la Louisiane pour l'Angleterre au début de février 1959, avec 2 000 tonnes de gaz liquéfié. L'expérience est due à un consortium anglo-américain. On attend beaucoup de renseignements de ce voyage expérimental, car il a réussi (les risques d'explosion paraissent importants).

Majâbat al-Koubrâ (l' « Empty Quarter » du Sahara occidental)

Il existe dans l'Ouest saharien un no man's land de 450 000 km², sans eau, et qui n'a même pas de nom chez les « ghazzieurs » Reguibat. Sauf peut-être quelques-uns de ces « ghazzieurs », personne ne pénètre dans cette zone située entre l'Adrar mauritanien à l'Ouest et Araouan à l'Est, entre l'Erg Chech au Nord et la falaise de l'Aouker au Sud, soit 900 km sur 500.

La traversée de l'Ouest à l'Est, 900 km sans eau, n'avait jamais été envisagée et cela tentait naturellement beaucoup Th. Monod, qui l'entreprit et la réussit. Ce raid étonnant eut lieu du 12 décembre 1954 au 2 janvier 1955 : 5 chameaux, et 3 hommes (Th. Monod et 2 Maures) qui consommèrent chacun moins d'un litre d'eau par jour. Le retour se fit par El Mrayer du 4 au 19 janvier (600 km sans eau).

A ce pays sans nom, Th. Monod donne celui de Majâbat, par reprise d'un terme historique : « La Grande Traversée » d'Al-Bekri (al Majâbat al-Koubrâ), puis il nous livre ses observations

---

(1) M. Lemaire. L'Eurafrigas, 20 pages, 1 carte. *Publ. Assoc. Nat. Défense et Développement du Sahara français.* Paris, 1958.

en un monumental Mémoire de l'Institut Français d'Afrique Noire (1).

Et comme Th. Monod est un des rares naturalistes complets qui existent encore à la surface du Globe, il a tout observé et tout étudié : la géographie, la géologie, le relief, le climat, la végétation, la faune, la préhistoire et l'histoire (y compris celle de sa propre équipée).

La Géologie du Sahara a beaucoup gagné à ce voyage extraordinaire. Ce que l'on voilait pudiquement sous le signe de « sables quaternaires et actuels » apparaît bien plus compliqué

Sur les bordures de la Majâbat, on connaît le Primaire : Infracambrien schisto-calcaire à Stromatolithes, Cambro-Ordovicien gréseux, Gothlandien à Graptolithes et Dévonien.

La grande surprise fut de trouver au centre, des affleurements de grès du « Continental Intercalaire » à Bois silicifiés, représentant une grande extension vers l'Ouest de ce que l'on connaissait de la falaise du Khnachich, au Sud de Taoudéni. Vers le Sud-Sud-Est, ils s'étendent jusqu'aux abords du Dahar Tichit-Oualata-Néma, rejoignant ceux de la région de Néma-Nara vus par R. Dars en 1957 (2).

Le « Continental terminal », tertiaire, est représenté par des lambeaux de grès tabulaires, paraissant d'anciens dépôts lacustres, mais sans fossiles utilisables. C'est le lieu de rappeler que P. Jodot et S. Rouaix ont défini des dépôts aquitaniens à *Limicolaria kem-kemensis* provenant de la zone Nord, entre l'Erg Chech et le Hank (3).

Le « Continental terminal » tertiaire se termine par une centaine de mètres de sables argileux et d'argiles bariolées. C'est un niveau d'âge inconnu ici, que nous ridons mio-pliocène pour le situer à peu près, et qui contient un niveau aquifère vers 50 mètres de profondeur (niveau 0 (SA) de Th. Monod).

On passe ensuite au Quaternaire, à l'intérieur duquel Th. Monod réussit à distinguer plusieurs niveaux :

I (SB) : quelques dizaines de mètres de *sables blancs* (à fulgurites), éolisés, mais d'origine alluviale, vus de Chinguetti jusqu'au Lac Faguibine ;

II : des sables rouges et orangés (Trâb Hamrâ) ;

---

(1) Th. Monod. Majâbat al-Koubrâ. Contribution à l'étude de l' « Empty Quarter », ouest saharien. *Mém. Inst. Fr. Afrique Noire*, 1958, n° 52, 406 pages, 135 fig., 81 planches hors-texte.

(2) R. Dars. Sur l'existence du « Continental intercalaire » au NE de Nara (A.O.F.). *C. R. Sos. Géol. Fr.*, 1957, pp. 248-249.

(3) P. Jodot, S. Rouaix. Découverte de Mollusques continentaux de l'Aquitanien et du Villafranchien au Sahara mauritanien et soudanais. *C. R. Soc. Géol. Fr.*, déc. 1957, (1958), pp. 375-377.

III (G.B.I.) : des sables argileux et des argiles bariolées, contenant des ossements d'Eléphants, d'Hippopotames, de Crocodiles et de Poissons, avec des Mollusques d'eau douce ;

IV (CL) : sables durs, azoïques, de teinte chocolat au lait ;

V (GB 2) : argiles farineuses, parfois rouges, à Diatomées déterminées par M. Manguin) et Spicules d'Eponges, contenant des *Limicolaria Chudeaui*. C'est un niveau Néolithique et sub-actuel.

— *Volcanisme sub-actuel et actuel dans les Daounas.* — Une des découvertes les plus extraordinaires a été celle d'un volcanisme sub-actuel et actuel dans les Daounas par Th. Monod et G. Palausi. Il y a des laves basaltiques et des micro-dykes injectant les fentes des argiles lacustres. Ce volcanisme actuel est confirmé par les flammes et les fumées qui s'échappent par les fentes de retrait des boues argileuses lorsque le pays est à sec.

— *Sables dunaires.* — Le dernier sédiment répandu dans la Majabât est le sable dunaire récent, dont l'étude est faite dans le chapitre de Morphologie dunaire enrichi d'observations aériennes et de planches photographiques.

Nous ajouterons pour terminer une remarquable étude des formes de coprolithes et d'empreintes étranges, dont un « pipi » d'Addax consolidé et érodé !

R. Furon.



Références nationales et internationales :

C.E.A. - Armées de Terre, de Mer et de l'Air - Protection civile - Laboratoires (Institut Pasteur, Collège de France ; Ecole Normale Supérieure - Ecole Polytechnique, etc...) - Electricité de France - Explorateur lunaire d'Orsay - C.E.R.N. - Harwell - Pentagone - Commission atomique yougoslave - Institut Boris Kidrich - Laboratoires et Instituts : Moscou, Tientsin, Budapest, Varsovie, Prague, Sofia, Bucarest, Berlin.

FICHES
DU COMITÉ D'ÉTUDE DES TERMES TECHNIQUES FRANÇAIS

Nouvelle Série

BEDDING

Terme de sidérurgie.

Définition : 1. Opération destinée à répartir le minerai sur parc par couches horizontales superposées ; la reprise étant faite par tranches verticales, on réduit ainsi les écarts de composition d'une charge à l'autre ;

2. Par extension, le minerai lui-même homogénéisé de la façon décrite ci-dessus.

Traductions proposées : 1. MISE EN LIT (pour l'opération d'étalement) ;

2. MINERAI HOMOGÉNÉISÉ (pour la matière reprise au parc) ;

3. BEDDING PLANT = PARC D'HOMOGÉNÉISATION.

Exemples : dans les phrases suivantes, le mot « bedding » peut, sans équivoque, être remplacé par « minerai » :

« Les seules réactions que nous avons eu à mettre en œuvre sont les balancements dirigés et le choix de la position de la benne contenant les agglomérés ou le *bedding* de la charge. »

« Pratiquement, la position de la benne de *bedding* ou d'agglomérés doit être modifiée toutes les deux à trois semaines. »

CASH

Terme général.

Traduction proposée : ACOMPTE.

Exemple d'emploi : le licencié versera à notre société un *cash* à la signature du contrat. Le montant de ce *cash* pourra, si nécessaire, être à valoir sur le montant des premières *royalties* annuelles.

N. B. — Dans la phrase donnée comme exemple, royalties doit être remplacé par redevances.

CATERPILLAR

Terme des travaux publics.

Définition : caterpillar (chenille en anglais) est une marque déposée. Le terme générique est « véhicule à chenilles ».

Traductions proposées : quand il s'agit d'un véhicule protégé par la marque déposée, il faut garder CATERPILLAR. Quand il ne s'agit pas d'un véhicule de la marque : VÉHICULE A CHENILLES.

COAL-CAR - COKE-CAR

Termes de l'industrie de la carbonisation (matériel de cokeries).

Définitions :

— COAL-CAR : appareil servant à véhiculer le charbon vers les fours de carbonisation ;

— COKE-CAR : wagon recueillant le coke extrait des fours de carbonisation pour le conduire sous la tour d'extinction.

Traductions proposées :

— COAL-CAR = ENFOURNEUSE ;

— COKE-CAR = WAGON D'EXTINCTION OU CHARIOT A COKE.

COKING

Terme de l'industrie du pétrole.

Définition : craquage, poussé au maximum, d'un hydrocarbure, pour obtenir du coke de pétrole (servant en particulier à la fabrication d'électrodes et de carbure de calcium).

Traduction proposée : COKAGE.

Nota. — Cokéfaction désigne le même processus chimique que cokage, mais il a été jugé préférable d'en réserver l'emploi à la transformation en coke de la houille.

COLCRETE et COLGROUT

Termes de l'industrie du bâtiment et des travaux publics.

Définition : « colcrete », contraction de « colloïdal concrete » (béton colloïdal), désigne un procédé de préparation de mortier, qui consiste à mélanger du ciment, du sable et de l'eau dans un mélangeur spécial (colcrete mixer), où le ciment est si complètement hydraté que le mortier prend une forme colloïdale et peut ainsi emplir complètement les intervalles existant entre les agrégats plus grossiers.

Ce mortier s'appelle colgrout, contraction de « colloidal grout » (mortier colloïdal). Il n'absorbe plus d'eau ; quand on l'étale sur des agrégats contenant de l'eau ou placés dans l'eau, il déplace cette eau sans l'absorber.

Traduction proposée :

— procédé colcrete = PROCÉDÉ AU MORTIER COLLOIDAL ;

— colcrete mixer = MOULIN (OU MALAXEUR) COLLOIDAL ;

— béton colcrete = BÉTON COLLOIDAL ;

— colgrout = MORTIER ACTIVÉ, MORTIER COLLOIDAL.

CONTRACTOR - CONTRACTING

Termes de l'industrie du pétrole.

Définition : un contractor est un entrepreneur spécialisé, auquel une société de prospection pétrolière a recours pour effectuer les travaux de sa spécialité, par exemple le forage, les études géophysiques, etc.

Traduction proposée : contractor doit se traduire par ENTREPRENEUR et contracting par RECOURS A L'ENTREPRISE.

CORE-DRILL

Terme de l'industrie du pétrole.

Définition : forage destiné à l'extraction de carottes pour l'étude géologique du terrain.

Traduction proposée : CAROTTAGE ; faire un core-drill = faire un carottage.

DITCHER

Terme des travaux publics.

Définition : machine servant à creuser les tranchées.

Traduction proposée : TRANCHEUSE.

Nota. — Le terme excavatrice apparaît comme trop général.

DOPE

Terme employé dans l'industrie du pétrole, ainsi que dans diverses branches de l'industrie chimique.

En novembre 1956, les représentants anglais et américains du groupe de travail « terminologie » du Comité technique ISO-TC-28 (Produits pétroliers) ont demandé que le mot dope soit proscrit des vocabulaires pétroliers.

Le Comité propose donc qu'il soit remplacé en français par les synonymes ci-dessous.

Traduction proposée, suivant les cas : ADDITIF, ADJUVANT, AMÉLIORANT.

DRILL-PIPE

Terme de l'industrie du pétrole.

Définition : tube transmettant le mouvement de rotation au trépan.

Traduction proposée : TIGE DE FORAGE.

DOWNJET (brûleur)

Terme de l'industrie du chauffage.

Définition : tuyère placée verticalement au-dessus du lit de combustible et parcourue par l'air comburant seul. Cet air primaire est injecté avec une telle pression qu'il pénètre au cœur du combustible et qu'il n'est besoin d'aucun air secondaire.

Nota. — L'emploi, dans ce cas, du mot brûleur est impropre.

Traduction proposée : downjet = JET DESCENDANT.

1. « Foyer downjet » à remplacer par « *foyer à jet descendant* ».

2. « Brûleur avant foyer du type downjet » à remplacer par « *tuyère avant foyer à jet descendant* ».

DUMPER

Terme des travaux publics.

Définition : camion à bascule.

Traduction proposée : BASCULEUR.

FILM-FORMING

Terme de chimie.

Définition : propriété de certains composés chimiques, tels des amines, qui forment, dans certaines conditions, à la surface des métaux une couche monomoléculaire assez adhérente, protégeant ainsi le métal sous-jacent de toute corrosion.

Traduction proposée : FILMOGÈNE OU SURFACTIF (dans le domaine des détergents).

FINISH

Terme de l'industrie des textiles à base de verre.

Définition : ce mot est employé avec deux acceptions différentes :

1. Il désigne le traitement destiné à assurer la cohésion entre les matières plastiques et les fibres de verre qui forment l'armature de l'ensemble. C'est un traitement de finition ;

2. Il désigne également les produits chimiques qui servent de lien entre le verre et les résines plastiques.

Traduction proposée :

— dans le premier cas : FINITION ;
— dans le second cas : APPRÊT.

FISH-TAIL

Terme de l'industrie du pétrole (forage).

Définition : trépan en forme de queue de poisson.

Traduction proposée : QUEUE DE POISSON.

FLICKER

Terme utilisé en électricité, en physiologie, en psychotechnique...

Définitions et traductions proposées :

Première acception : oscillation ou clignotement désagréable de la lumière électrique dû à la variation de tension du réseau.

Traduction proposée : CLIGNOTEMENT.

Deuxième acception : appareil produisant à intervalles réguliers des éclairs lumineux de durée et de cadence réglables.

Traduction proposée : STROBOSCOPE.

Exemple : supposons que la cadence du *flicker,* qui éclaire de façon intermittente le studio, soit réduite de telle sorte que son battement soit différent de celui qui règle le déroulement des images, le spectateur sera frappé par une certaine fluctuation des images.

Flicker équivaut à stroboscope.

Troisième acception : par extension, flicker désigne les éclairs lumineux produits par l'appareil de ce nom.

Traduction proposée : OSCILLATIONS.

Exemple : tout le champ visuel est illuminé par des flickers dont la cadence peut être exactement contrôlée.

Flicker équivaut à oscillations lumineuses, ou en abrégé à oscillations.

Nouvelles scientifiques

■ *Données scientifiques apportées par les satellites.* — Les deux premiers satellites russes ont confirmé qu'à leur périgée (225 km) l'air est dix fois plus dense qu'on ne le pensait. Cette densité plus élevée vers les pôles qu'à l'équateur, varie avec l'heure et atteint une valeur maximale à midi. La température à l'altitude de 225 km est également plus élevée qu'on ne le pensait. L'ionisation augmente de 10 à 15 fois entre 100 et 300 km. Au-delà de ce maximum elle diminue de moitié entre 300 et 500 km. Le rayonnement cosmique augmente de 40 % entre 230 et 700 km.

En ce qui concerne la chienne Laïka son comportement semble avoir été normal tant que son alimentation a pu être maintenue. Aucun renseignement n'a pu être obtenu sur les effets des rayons cosmiques sur l'animal.

En ce qui concerne le troisième satellite, véritable laboratoire volant, contenant entre autres instruments un spectromètre de masses, on ne possède pas encore beaucoup de renseignements.

■ *L'Organisation de la Recherche en Grande-Bretagne.* — Dans un important article publié récemment dans le périodique anglais « Nature » sont examinés plusieurs points de vue officiels de la recherche fondamentale et appliquée en Grande-Bretagne.

Lord Hailsham, Président du « Council for Scientific and Industrial Research », met d'abord l'accent sur la nécessité primordiale de sauvegarder l'intégrité et la liberté de la recherche. Le rôle de l'Etat devient rapidement nuisible s'il n'est pas maintenu en dehors de toute controverse politique. Il n'en demeure pas moins vrai que sur les 300 millions de livres dépensés annuellement 225 représentent la contribution de l'Etat aux différents organismes de recherche. Aussi Lord Hailsham insiste sur la nécessité d'augmenter la participation de la recherche privée.

Un autre point de vue a été présenté par Sir Hugh Beaver, ancien Président de l' « Advisory Council for scientific and industrial Research ». Il a sévèrement critiqué le système actuel, sans cependant rien suggérer de constructif.

Le Professeur R. S. Nyholm insiste sur la nécessité d'augmenter la part consacrée à la recherche fondamentale, investissement de choix pour l'avenir, faute de quoi la pénurie se fera

sentir dans vingt ans. Enfin si la Grande-Bretagne veut assurer son rayonnement culturel et attirer les étudiants du Commonwealth et de l'étranger, c'est la liberté universitaire qu'il faut préserver.

La conclusion a été apportée par Sir Hugh Beaver qui exprime le souhait que l'éducation de l'avenir forme non seulement les savants et techniciens nécessaires au progrès scientifique, mais aussi l'administration et les citoyens capables de les suivre et de s'intégrer au monde nouveau qui est en train de se forger.

■ *La connaissance des langues étrangères parmi les scientifiques américains.* — « Chemical and Engineering News » a récemment publié les résultats d'une enquête faite par la « National Science Foundation » auprès des scientifiques américains. Si plus des trois quarts d'entre eux connaissent plus ou moins bien au moins une langue étrangère, tous ont besoin des traductions pour les mémoires scientifiques provenant de l'U.R.S.S. La plupart des astronomes, physiciens et chimistes connaissent mieux l'allemand que les autres langues. Mais parmi les géologues et les littéraires la connaissance des langues romanes est plus développée. Sur 127 000 personnes interrogées deux pour cent connaissent le russe et un pour cent le chinois.

Le Gouvernement américain subventionne la traduction de 50 périodiques russes dont 32 directement par la « National Science Foundation ». On étudie actuellement la possibilité de traduire certains périodiques chinois et japonais.

■ *Ce que rapporte l'uranium aux scientifiques.* — Les renseignements suivants sont empruntés au « Scientific American ». En 1940 quatre chercheurs américains : J. R. Dunning, E. T. Book (Université de Colombie), A. V. Grosse (Université Temple) et A. O. C. Nier (Université de Minnesota) ont déposé un brevet relatif à la séparation de ^{235}U et ^{238}U par diffusion gazeuse. Une décision concernant le paiement de royalties est imminente : ces royalties pourraient s'élever à 3 ou 4 % du prix de la bombe atomique, ce qui représenterait 60 à 80 millions de dollars dont la majeure partie irait à l'Université de Colombia.

Déjà en 1935 Fermi avait perçu 300 000 dollars pour la méthode de préparation des isotopes radioactifs par bombardement de neutrons lents. En 1955 c'est le groupe de Seaborg qui a reçu 400 000 dollars pour ses travaux sur le plutonium.

■ *La mécanisation de l'Enseignement.* — Selon le « Scientific American », B. F. Skinner, Professeur à l'Université Harvard, a construit des machines capables non seulement d'assurer un enseignement, mais aussi de contrôler le degré de connaissances

acquises par les élèves. La machine opère par clichés que l'élève découvre à l'aide d'un levier. L'élève répond aux questions posées par la machine et la manipulation d'un levier donne ensuite la réponse correcte. Le Professeur Skinner pense qu'il s'agit d'un progrès par rapport à la méthode de correction des copies étant donné que la réponse correcte est donnée immédiatement. De plus chaque élève peut faire des progrès suivant son propre rythme. De telles méthodes appliquées aux collèges secondaires de Harvard et de Radcliffe ont apporté un gain de temps considérable ainsi qu'une grande rapidité dans l'enseignement.

■ *Forages sous-marins.* — La « Fondation Nationale des Sciences » des Etats-Unis a accordé une somme de 300 000 dollars pour l'exécution d'un forage sous-marin qui doit être bien plus profond que les puits de pétrole les plus profonds et qui doit apporter d'importants renseignements géologiques. L'intérêt d'un tel forage en pleine mer provient de ce que la couche basaltique de l'écorce terrestre est plus mince sous les fonds océaniques que sous les continents. Elle n'est que de 5 à 6 kilomètres, de sorte que le forage sera considérablement facilité.

■ *La pollution de l'espace.* — Le « Scientific American » a donné quelques précisions sur l'appel lancé par l' « International Council of Scientific Unions » contre la contamination biologique de la lune et des planètes par des éléments terrestres. L'idée essentielle est de préserver la lune d'une contamination si elle se trouvait devoir être le siège de processus lents susceptibles de conduire ultérieurement à la vie et qu'il serait particulièrement intéressant de pouvoir étudier dans leur stade actuel sans modification quelconque apportée par des éléments terrestres. On sait que le satellite américain « Pionnier » a été désinfecté à l'aide d'un puissant bactéricide. Néanmoins tout germe, vivant ou mort, représente un risque de contamination.

■ *L'Avenir de l'Antarctide.* — Dans « Nature ». D. L. Linton envisage certaines considérations publiées récemment par G. C. L. Bertram (Directeur de 1949 à 1957 du « Polar Research Institute ») dans un ouvrage relatif à l'Antarctique, son présent, son avenir. Cinq nations (Australie, France, Grande-Bretagne, Nouvelle Zélande) sont en compétition avec les Etats-Unis et la Russie dans leurs intérêts sur le continent antarctique. Aucune des cinq premières nations ne peut mesurer son potentiel maritime à celui des deux autres pour la mise en valeur et l'exploitation des richesses du continent antarctique. Un plan constructif devrait être élaboré par la communauté des cinq et en particulier par la Grande-Bretagne, l'Australie et la Nouvelle Zélande.

■ *La synthèse du cyclopropane.* — On vient de mettre au point dans les laboratoires de recherches de la Socité DuPont de

Nemours un nouveau procédé de préparation du cyclopropane à partir du carbure éthylénique correspondant. Ce procédé est plus simple que la méthode de préparation courante à partir du diazométhane qui conduit en outre à un mélange dont on doit effectuer la séparation. Dans le nouveau procédé on réalise l'addition d'un radical CH_2 sur la double liaison en présence du couple zinc-cuivre. Le rendement varie suivant le procédé de préparation de ce catalyseur. La meilleure préparation consiste à chauffer un mélange de zinc pulvérisé et d'oxyde de cuivre dans la proportion de 8/1 à 500° C dans une atmosphère d'hydrogène. On obtient finalement un cyclopropane de très grande pureté que l'on peut en particulier utiliser comme anesthésique, ce qui n'est pas possible avec le produit fabriqué à partir du gaz naturel.

■ *Le vol des insectes.* — D'un très intéressant article publié dans le « Scientific American » par Brian Hocking (professeur d'entomologie à l'Université de l'Alberta, Canada) nous extrayons les renseignements suivants.

Les insectes volent depuis environ trois cent millions d'années alors que les Vertébrés n'ont volé que deux cent millions d'années plus tard. Le battement des ailes d'un insecte est loin d'être un simple mouvement de haut en bas. Il doit assurer d'une part le mouvement ascensionnel et d'autre part composer ce dernier avec un mouvement de propulsion. C'est la première de ces composantes qui exige la plus grande force.

Les ailes des insectes sont liées directement au thorax et ne proviennent pas des membres antérieurs. On peut dire que les insectes en développant leurs ailes ont conservé leurs jambes contrairement aux vertébrés volants.

La question du mouvement des ailes des insectes a été résolue pour la première fois par Etienne J. Marey en 1868, en France. Ayant fixé un insecte sur un support il attacha une petite feuille d'or à l'une des ailes. En observant la lumière réfléchie par cette feuille d'or lors du mouvement des ailes il est arrivé à la conclusion que le mouvement des ailes décrit un « 8 » dans l'espace, le « 8 » se trouve allongé et incliné à 45° dans le plan horizontal dans le sens du grand axe.

Certains insectes sont capables de franchir des distances considérables. Ainsi il y a des papillons qui effectuent des migrations les conduisant du golfe du Mexique au Canada oriental. Certains de ces papillons ont été identifiés en Angleterre et ont vraisemblablement traversé l'Atlantique.

D'après des calculs basés sur l'énergie développée et en tenant compte de différentes données (densité, viscosité de l'air, etc.) on est arrivé à la conclusion que les insectes peuvent voler à la vitesse de 15 km à l'heure ; ceci, traduit à notre échelle et

compte tenu de la taille, ferait voler l'espèce humaine — si toutefois elle était faite pour cela — à la vitesse de 500 km à l'heure.

En fait le vol des insectes est un phénomène complexe et très bien coordonné qui a parfaitement assuré, souvent pour la plus grande gêne des hommes, la conservation de l'espèce.

■ *Le Pingouin Adélie.* — Dans un article paru dans l'hebdomadaire scientifique anglais « Nature », le Dr W. J. L. Sladen, du Bureau scientifique des îles Falkland et de l'Institut « Edward Grey » de l'Université d'Oxford, a donné des renseignements intéressants sur la vie et les mœurs du pingouin « Adélie », *Pygoscelis adeliæ.*

L' « Adélie » se rencontre dans l'Antarctique, autour du pôle, jusqu'à la limite des îles Sandwich du Sud et de l'île Bouvet. Dans les colonies étudiées on peut distinguer diverses catégories, en particulier les sédentaires et les nomades. Il y a ceux appartenant à une colonie et les nouveaux venus qui, en général, arrivent plus tard sur les lieux de ponte et s'installent en périphérie. Les « Adélie » reviennent régulièrement occuper leurs nids vers les mois de septembre-octobre et font parfois 300 km pour s'y installer et y pondre leurs œufs (2 en général). Ces œufs sont couvés pendant environ 35 jours.

Les soins apportés aux petits se divisent en trois périodes. Dans la première l'un des parents garde le nid pendant que l'autre recherche la nourriture ; puis vient le stade « crèche » pendant lequel les petits sont laissés seuls et constituent des groupes d'une centaine ; enfin intervient la dispersion de ces crèches. L'année suivante, en dépit d'épaisses couches de neige tombées en hiver, l' « Adélie » retourne sur ses lieux de ponte et le cycle recommence.

■ *L'origine des cratères lunaires.* — A plusieurs reprises la *Revue Générale des Sciences* a entretenu ses lecteurs de la formation des cratères lunaires. Dans une note récemment parue dans « Nature », A. G. Gaydon et R. C. M. Learner, de l'Imperial College (Londres), émettent une nouvelle hypothèse sur l'origine de ces cratères.

Ces auteurs pensent qu'ils pourraient être dus à un dégazage rapide, la surface formant aux points de dégagement des gaz occlus, les tumulus et les dépressions centrales caractéristiques des cratères lunaires. Ils ont constaté que l'évacuation rapide d'un récipient contenant du carbonate de magnésium conduit à une surface d'aspect analogue à celui de la lune. Cette origine de formation, par échappement des gaz occlus d'origine volcanique, et la retombée régulière des matériaux par suite de la raréfaction atmosphérique, semble plus proche de la réalité que l'origine météoritique.

Des observations récentes sur l'émission des bandes du radical C_2 près du cratère Alphonse n'indiquent pas nécessairement une température initiale très élevée. On sait qu'une onde de choc d'oxyde de carbone, de gaz carbonique ou de méthane peut produire des radicaux C_2 ; de plus de telles ondes peuvent produire une variation brusque de la pression, comme cela a lieu dans un tube de choc par rupture d'un diapragme.

Gaydon et Learner apportent ainsi une nouvelle hypothèse sur l'origine volcanique des cratères de la lune qui mérite d'être prise en considération.

■ *L'origine des cratères lunaires.* — Dans une « lettre aux éditeurs » de « Nature », Z. Kopal, de l'Université de Manchester, présente un nouvel aspect de cette question qui, depuis l'observation des bandes de Swan dans l'émission des gaz du cratère Alphonse, a été à nouveau âprement discutée. Kopal estime que la théorie de formation des cratères uniquement par impact de certaines météorites est à revoir sérieusement.

Il est également nécessaire de considérer les effets quantitatifs et énergétiques de percussion sur la surface de la lune. Outre les météorites il faut considérer la possibilité d'impact de têtes de comètes, constituées de conglomérats d'hydrocarbures congelés et de produits instables tels que le peroxyde d'hydrogène. Ces chocs libèrent non seulement de l'énergie cinétique, mais aussi une énergie provenant du caractère explosif de ces différentes espèces constituant la tête des comètes. De tels effets peuvent également intervenir dans l'explication de la nature des cratères lunaires.

■ *Les femmes « ingénieurs ».* — « Nature » de Londres signale la parution d'une brochure éditée par la Société féminine des Ingénieurs. Si les femmes ont aujourd'hui acquis droit de cité dans la profession d'ingénieur, et il ne leur est pas impossible d'accéder aux différents postes, certaines branches nouvelles leur offrent néanmoins davantage de possibilité que d'autres. Il s'agit en particulier de l'électricité, de l'électronique, du chauffage, de la climatisation de l'air et de l'aéronautique. Mais les femmes doivent encore vaincre l'opposition de la majorité des sociétés à leur confier des postes de commandement. Elles ont enfin leurs chances de succès dans les travaux scientifiques et de recherche.

■ *Quelques résultats de la recherche pharmaceutique aux Etats-Unis en 1958.* — La revue « Chemical and Engineering News » a récemment fait le point de la recherche pharmaceutique aux Etats-Unis pendant l'année 1958.

Dans le domaine de la chimiothérapie des dépressions les spécialités suivantes ont été lancées : le *Marsilid*, ou iproniazide

(Hoffman Laroche) qui, en inhibant la monoamine oxydase, empêche cet enzyme de détruire certaines amines du cerveau telles que la séronine, l'épinéphrine et la norepinephrine. Utilisé à l'origine pour le traitement de la tuberculose, ce produit s'est révélé être un excitant énergique du système nerveux ; la *Ritaline,* ou méthyl α (2 pipéridyl)-phénylacétate (Ciba) ; le *miratran,* ou $\alpha\alpha'$ diphynyle-2 pipéridéneméthanol (Mervell).

Dans le domaine du traitement du diabète les recherches se sont orientées vers la mise au point de produits à administrer par voie buccale. Il faut noter deux produits : l'*orinase* (Upjohn) et la *diabinèse* (Pfizer) dont la *Revue Générale des Sciences* a déjà entretenu ses lecteurs.

Parmi les stéroïdes certains dérivés fluorés tels que le 6α-fluoroprednisolone, la 6α-fluorocortisone et la 6α, 9α-difluoro-hydrocortisone se sont avérés 400 fois plus puissants que l'hydrocortisone.

Enfin en ce qui concerne la lutte contre le cancer le 5-fluo-rouracil paraît agir avec succès dans certains cas. L'*actinoboline* (Parke-Davis), antibiotique dérivé du *streptomyces* est actuellement à l'étude ; mais il est à noter qu'il nécessite des doses élevées.

On doit encore signaler, parmi les études en cours, un grand nombre de recherches consacrées aux acides ribonucléiques et nucléiques et à la détermination de leurs structures.

■ *Records de froid.* — La *Revue Générale des Sciences* a précédemment signalé les températures les plus basses déjà enregistrées aux stations météorologiques installées sur le continent antarctique à l'occasion de l'année géophysique internationale. La « Monthly Weather Review », des Etats-Unis, signale de nouvelles températures minimales enregistrées aux Stations russes de Vostok (78° 27' S., 106° 52' E., à 3 500 m environ) et de Sovietskaya (78° 27' S., 106° 52' E., à 3 700 m environ). Ces températures ont été les suivantes :

— 80,7° C à Vostok, le 15 juin 1958 ;
— 85,8° C à Vostok, le 8 août 1958 ;
— 81° C à Sovietskaya, le 19 juin 1958 ;
— 83° C à Sovietskaya, le 25 juin 1958.

■ *Production d'énergie électrique par les plasmas.* — La *Revue Générale des Sciences* a déjà rapporté certains progrès effectués dans ce domaine. Le « Journal of Applied Physics » signale qu'au Laboratoire de Los Alamos on vient de mettre au point un thermocouple à plasma transformant la chaleur en courant. Le prototype a une puissance de 350 watts et un rendement de 5 %, mais théoriquement ce rendement peut atteindre 30 %.

Dans ce thermocouple à plasma l'un des métaux est remplacé par du cæsium liquide maintenu sous vide et qui s'évapore en partie et se dissocie en un plasma de particules chargées. Le cæsium a été choisi parce qu'il peut être facilement maintenu liquide et parce qu'il s'ionise facilement. Mais on peut aussi employer le lithium, le sodium, le potassium et le rubidium.

■ *Virus de la poliomyélite.* — D'après des travaux effectués au « New-York state Department of Health » les accidents (paralysie) dus à la poliomyélite sont renforcés par certains virus du groupe *Coxsackie*. Il semble que certaines souches de virus poliomyélitique soient capables soit de se neutraliser entre elles, soit au contraire de provoquer des effets plus intenses. En attendant d'en savoir davantage sur ces interactions il est conseillé de ne pas procéder à une vaccination pendant une épidémie où domine le virus du type *Coxsackie* « *A* », l'association avec d'autres souches pouvant provoquer des accidents graves (d'après le « Scientific American »).

■ *Sélection d'une graine de blé « perpétuelle ».* — Le « Scientific American » nous informe que les agronomes du Ministère de l'Agriculture des Etats-Unis espèrent être bientôt en mesure de disposer d'une graine de blé susceptible de germer plusieurs années consécutives et d'être particulièrement résistante aux maladies et aux parasites habituels. Ces recherches effectuées à la station expérimentale de Davis (Californie), par C. A. Suneson, prolongent celles effectuées en 1923 par W. J. Sando et qui avaient abouti à l'hybride du genre « agropyron ». La variété sélectionnée par Suneson vit quatre ans et donne un grain exceptionnellement riche en protéines.

■ *Le Carbone 14 dans les retombées radioactives.* — Dans la revue « Science », le Professeur Linus Pauling, prix Nobel, jette un cri d'alarme sur les effets du Carbone 14 dans les retombées radioactives. Il estime que, au taux actuel des retombées radioactives annuelles, le Carbone 14, provenant des différents essais atomiques sera responsable de 55 000 naissances d'enfants porteurs de malformations physiques ou mentales, de 170 000 naissances d'enfants mort-nés et de 425 000 morts d'embryons ou de nouveau-nés.

Prix attribués en 1958 par l'Académie des Sciences

Dans sa séance du 15 décembre 1958 l'Académie des Sciences a décerné les prix suivants :

MATHEMATIQUES. Prix Carrière (110 000 fr.) : M. le Prof. **C. Chevalley.**

MECANIQUE. Prix Montyon (275 000 fr.) : M. l'Ingénieur en Chef de l'Artillerie Navale R. Cuny. — Prix Fourneyron (110 000 fr.) : M. **R. Chambaud,** Ingénieur E.C.P. — Prix H. de Parville (200 000 fr.) : Mlle **H. Delavault,** Chargée de Recherches C.N.R.S.

ASTRONOMIE. Prix J.-C. Janssen (médaille) : M. **A. Lallemand,** astronome. — Prix A. Janssen (80 000 fr.) : M. **G. Courtès,** aide astronome. — Fondation F. Forthuny (80 000 fr.) : M. **J. C. Pecker,** aide astronome. — Prix Deslandres (250 000 fr.) : M. **C. Fehrenbach,** Directeur de l'Observatoire de Marseille.

GEOGRAPHIE. Prix Binoux (200 000 fr.) : M. **A. Gougenheim,** Directeur du Service hydrographique de la Marine. — Prix A. Givry (80 000 fr.) : M. l'Ingénieur général **A. Brunel.**

NAVIGATION. Prix Plumey (400 000 fr.) : M. **S. Bindel,** Ingénieur du Génie Maritime, et M. **J. Dupin,** Ingénieur à la Sté Nord-Aviation.

PHYSIQUE. Prix Lacaze (450 000 fr.) : M. le Professeur **A. Arnulf.** — Prix F. Hébert (100 000 fr.) : M. **M. Van Lancker,** Docteur ès-sciences. — Prix Hugues (170 000 fr.) : M. **A. Abragam,** Chef de service au C.E.A. — Fondation C. Félix (110 000 fr.) : M. **A. Lagarrigue,** Maître de conférences à l'Ecole Polytechnique. — Prix en hommage aux savants français assassinés par les Allemands (125 000 fr.) : M. **A. Rogozinski,** Ingénieur au C.E.A.

CHIMIE. Prix Montyon (2 × 275 000 fr.) : MM. **R. Caillat,** Ingénieur au C.E.A., et **L. Truffert,** Ingénieur au Laboratoire Municipal de la Préfecture de Police. — Fondation Cahours (80 000 fr.) : M. **G. Rio,** Chargé de recherches au C.E.A. — Prix P. M. de la Charlonie (450 000 fr.) : M. le Professeur **H. Normant.** — Prix E. Jungfleish (800 000 fr.) : M. **M. Frèrejacque,** Sous-Directeur au Muséum. — Fondation C. A. Girard (80 000 fr.) : M. le Professeur **R. Faivre.**

GEOLOGIE. Fondation E. Hébert (80 000 fr.) : MM. **N. Grékoff,** Ingénieur à l'Institut français du Pétrole, et **M. Lys,** Chef de laboratoire à l'Institut français du pétrole. — Prix J. Labbé (80 000 fr.) : M. **G. Dubourdieu,** Assistant au Collège de France. — Prix Carrière (110 000 fr.) : M. **J. Ravier,** Chef de travaux à la Sorbonne. — Fonds des jeunes géologues (53 000 fr.) : M. **J. Didon,** élève-ingénieur agronome.

BOTANIQUE. Prix Mélicocq (80 000 fr.) : Mme **J. Danzé,** Assistante à la Faculté des Sciences de Lille. — Prix J. F. de Lavison (80 000 fr.) : M. le Professeur **R. David.** — Prix Foulon (140 000 fr.) : Mme **J. Tardieu,** Sous-Directrice de Laboratoire au Muséum.

ZOOLOGIE. Prix Cuvier (225 000 fr.) : M. le Professeur **J.-J. Legrand.** — Prix Savigny (170 000 fr.) : M. **R. Catala,** Directeur de la Station océanographique de Nouméa. — Prix Foulon (140 000 fr.) : M. **C. Noirot,** Maître de Conférences à la Sorbonne.

ECONOMIE RURALE. — Prix B. de Mirogues (80 000 fr.) : M. le Professeur **F. Bœuf.** — Prix Foulon (140 000 fr.) : feu **A. Urbain**, Directeur honoraire au Muséum.

MEDECINE et CHIRURGIE. Prix Montyon (500 000 fr.) : M. le Professeur **J.-A. Thomas.** — Prix Bréant (350 000 fr.) : M. le Dr **A. Thomas**, membre de l'Académie de Médecine, et Mlle le Dr **S. Anetgarden.** — Prix Mège (80 000 fr.) : M. le Professeur **E. Delannoy.** — Prix J. Dagnan-Bouveret (200 000 fr.) : M. le Professeur **J. Dastugue.**

CANCER et TUBERCULOSE. — Prix Roberge (250 000 fr.) : M. le Professeur **J. Cauchoix.** — Fondation Roy-Vaucouloux (250 000 fr.) : M. **P. Dell** et Mlle **A. Bonvallet**, de l'Hôpital H. Rousselle.

PHYSIOLOGIE. Prix Montyon (275 000 fr.) : M. le Professeur **D. Bargeton.** — Prix Pourat (140 000 fr.) : M. le Professeur **P. Buser.**

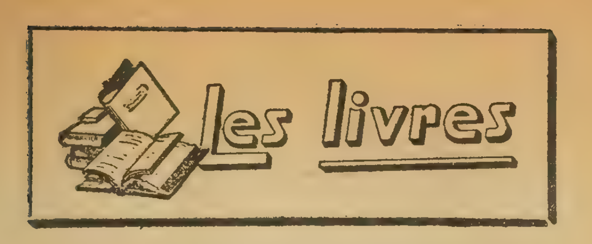
APPLICATIONS de la SCIENCE à l'INDUSTRIE. Prix Trémont (150 000 fr.) : M. l'Ingénieur militaire **F. Tesson.** — Prix du Calcul mécanique (100 000 fr.) : M. **R. Lévi**, Ingénieur à la S.N.C.F.

STATISTIQUE. Prix Montyon (275 000 fr.) : M. **J. Delhaye**, Directeur de l'Observatoire de Besançon.

OUVRAGES de SCIENCES. Prix H. de Parville (180 000 fr.) : MM. les Professeurs **R. Risser** et **C. E. Traynard.**

PRIX GENERAUX. Grand prix des Sciences mathématiques et physiques (2 000 000 de fr.) : M. le Professeur **P. Lévy.** — Prix Alhumbert (80 000 fr.) : M. **N. Baganas**, Chef de travaux à la Sorbonne. — Prix Bordin (250 000 fr.) : M. le Professeur **J.-A. Gautier.** — Prix Gegner : MM. **A. Ennuyer**, Médecin-chef, et **J.-P. Bataini**, Assistant (225 000 fr.), M. le Professeur **A. Martinot-Lagarde** (100 000 fr.). — Prix P. d'Ormoy (700 000 fr.) : M. le Professeur **G. Teissier.** — Prix Estrade-Delcros (150 000 fr.) : M. le Professeur **R. Mazet.** — Prix Saintour (180 000 fr.) : M. **D. Bertrand**, Chef de laboratoire à l'Institut Pasteur. — Prix Thorlet (250 000 fr.) : M. le Dr **L. Chauvois.** — Prix C.-L. de Freycinet (600 000 fr.) : M. **P. Grabar**, Chef de Service à l'Institut Pasteur. — Prix Millet-Ronsin (160 000 fr.) : M. **P. Wernert**, Géologue-anthropologiste. — Prix général Muteau (120 000 fr.) : M. **J.-J. Barré**, Ingénieur militaire. — Prix L.-M. de Sadirakis (120 000 fr.) : MM. les Drs **J. Talaerach, M. David, P. Tournoux, H. Corredor** et **T. Kvasina.** — Prix Lamb (1 500 000 fr.) : MM. **P. Girardin, A. Collet-Bignon** et **J. Sevestre**, Ingénieurs. — Prix P. Gallet (100 000 fr.) : M. **B. Imbert**, Ingénieur hydrographe. — Prix du Dr et de Mme H. Labbé : 5 prix (480 000 fr.), à Mme **M. Martinet**, Chargée de recherches au C.N.R.S., à M. **P. Fournier**, Pharmacien, à Mlle **C. Chaput**, Inspectrice générale de l'Enseignement manuel, à Mlle **S. Pierrisnard**, Directrice d'Ecole ménagère, et à M. le Professeur **J. Guérillot.** — Prix J.-M. le Goff (80 000 fr.) : M. **J. Jouvain**, Chirurgien. — Prix L. Bonneau (250 000 fr.) : M. le Professeur et Mme **B. Pullmann.**

PRIX de l'INSTITUT. Prix d'Annale (80 000 fr.) : M. le Professeur **G. Emschwiller.** — Prix de Mme C. Berthault (160 000 fr.) : M. le Commandant **J.-Y. Cousteau.** — Fondation Jaffé (1 500 000 fr.) : M. **J.-F. Denisse**, Astronome.



SCIENCES MATHEMATIQUES

Calculus of Variations and its applications (Proceedings of Symposia in applieds mathematics, vol. 8). — Un vol., 153 p., Mc Graw Hill et American Mathematical Society édit., 1958. Prix : 58 sh.

Ce volume rassemble les textes des communications présentées au huitième Symposium sur les mathématiques appliquées réuni par l'American Mathematical Society à l'Université de Chicago les 12-13 avril 1956. Ce sont : par E. Reissner : Sur les principes variationnels en élasticité ; par D. C. Drucker : Les principes variationnels dans la théorie mathématique de la plasticité suivi d'une discussion par P. G. Hodge Jr. ; par J. B. Keller : Une théorie géométrique de la diffraction ; par J. B. Diaz : Limites supérieures et inférieures de valeurs propres ; par J. L. Synge : Principes de stationarité pour les vibrations forcées en élasticité et en électromagnétisme ; par H. F. Weinberger : Une méthode de calcul variationnel dans les problèmes de vibrations forcées ; M. M. Schiffer : Applications des méthodes variationnelles dans la théorie de la représentation conforme ; par R. Belmann : Les programmes dynamiques et les problèmes variationnels de l'économie mathématique ; par S. Chandrasekher : Les méthodes variationnelles en hydro-dynamique : par E. H. Rothe : Quelques applications de l'analyse fonctionnelle au calcul des variations.

G. PETIAU.

Frank BOWMAN. — Introduction to Bessel Functions. — Un vol. de X-135 p. 14 × 20, 27 fig., avec tables, 226 exercices. Dover Public., New-York, 1958. Prix : 1 dollar, 35.

La théorie s'amorce avec les fonctions de Bessel d'ordre zéro, et celles d'ordre n entier positif, soit du premier genre, soit du second genre (cas où elle n'est pas proportionnelle à la fonction entière, solution de l'équation différentielle). Les résultats classiques sur les zéros de ces fonctions sont établis, ainsi que divers développements (Fourier-Bessel, Dini). D'où les applications au problème des petites vibrations d'une membrane, pour diverses configurations, ou encore, d'une chaîne uniformément flexible, dans un plan vertical ; à l'étude de la conduction de la chaleur dans un solide isotrope (pour plusieurs formes simples). Viennent ensuite les fonctions de même nom modifiées en changeant x en ix, et leurs applications en des problèmes d'électricité théorique. Après deux exposés, consacrés l'un à la représentation de ces diverses fonctions par intégrales définies, l'autre à leurs développements asymptotiques, l'auteur consacre un important chapitre à la théorie, moins classique, des fonctions d'ordre réel quelconque. La simplicité de l'exposé et sa rigueur le rendent très séduisant.

G. BOULIGAND.

Léon FLAVIEN. — Nouvelles tables numériques pour les fonctions usuelles de l'Analyse. — Un vol. 13 × 21, de 63 p., Gauthier-Villars, Paris, 1958. Relié toile : 400 francs.

Excellent répertoire pour les calculs numériques, dans l'esprit animant les programmes de 1956, à l'usage des classes préparatoires aux grandes Ecoles. — Note sur l'interpolation linéaire, pour rappeler au départ que, les différences tabulaires étant supprimées, on ne saurait les réduire à une opération mécanique. Les fonctions tabulées sont les puissances d'exposant entier entre 3 et — 3, les logarithmes à base 10, puis à base e, la fonction 10^x, les fonctions circulaires directes, ou inverses. Compléments divers, entre autres, tables de conversion, nombres et logarithmes remarquables. L'heureuse disposition favorise l'atteinte rapide des résultats.

G. BOULIGAND.

SCIENCES PHYSIQUES

J. BARRIOL. — La Constitution des Molécules. — 158 pages, 80 figures, Gauthier-Villars, Paris, 1958. Relié toile : 2 100 francs.

Cet important ouvrage rassemble les leçons faites par M. Barriol à la Faculté des Sciences de Nancy dans le cadre du certificat de Chimie-Physique. L'objet de cet ouvrage concerne la liaison chimique sous les différents aspects qu'elle revêt dans les composés minéraux et organiques.

Extrait de la table des matières :

Ch. I. - Eléments de Mécanique ondulatoire ;
Ch. II. - L'atome de Bohr ;
Ch. III. - La liaison ionique ;
Ch. IV. - Les bases de la théorie de la liaison covalente ;
Ch. V. - Les données expérimentales sur la liaison chimique ;
Ch. VI. - La mésomérie ;
Ch. VII. - La structure des complexes ;
Ch. VIII. - La méthode des orbites moléculaires ;
Ch. IX. - Problèmes de structure de l'état solide. Liaison métallique ;
Ch. X. - Liaisons intermoléculaires ;
Notes annexes.

M. PARODI.

G. CHARLOT. — L'Analyse qualitative et les réactions en solution. — 4e édition entièrement refondue. Masson.

Cette 4e édition met en évidence, de façon plus marquée que les précédentes, les moyens que la chimie des solutions met à notre disposition pour résoudre les problèmes divers. Dans une première partie sont décrits les divers types de réactions et leurs propriétés acides-bases, oxydo-réduction, complexes, réactions de condensation,... etc., d'abord en phase homogène, puis en présence de deux phases : précipitation, extraction, échangeurs d'ions. Le cas où l'équilibre n'est pas réalisé est ensuite traité.

Dans chaque chapitre l'auteur montre comment on peut prévoir les réactions, puis déplacer les équilibres. L'utilisation des données physico-chimiques y est traitée de façon simple, à la portée de tous.

Dans la seconde partie, les propriétés des divers éléments sont décrites, et les éléments qui ont pris aujourd'hui une certaine importance, titane, zirconium, vanadium, etc., y sont également traités.

Les Constantes ont été modifiées, par exemple la recherche des alcalino-terreux en liqueur primitive.

En résumé, ce livre apporte sous une forme précise une documentation importante sur les propriétés analytiques des éléments.

S. LONGUEVALLE.

ANNALES VUIBERT
1958

EXAMEN D'ENTRÉE EN SIXIÈME

—

CERTIFICAT D'ÉTUDES PRIMAIRES

—

B. E. P. C.
ANNALES
et ANNALES CORRIGÉES

—

ÉCOLES NORMALES PRIMAIRES

—

BACCALAURÉAT
ANNALES
et ANNALES CORRIGEES

—

PROPÉDEUTIQUE SCIENCES ET LETTRES

R. COMOLET. — Ecoulement d'un fluide entre deux plans parallèles ; Contribution à l'étude des butées d'air. — Préface de M. A. Fortier, Publications scientifiques du Ministère de l'Air, 68 pages, 23 figures, Paris, 1957.

Dans cet ouvrage, M. Comolet procède à une étude systématique des écoulements bidimensionnels d'un fluide visqueux en mouvement longitudinal ou radial entre deux plans parallèles fixes, la loi de transformation étant du type polytropique $\frac{P}{\rho^{\eta}} = C^{te}$. Des vérifications expérimentales complètent l'étude théorique et précisent le domaine d'application des formules proposées.

M. PARODI.

R. COUTREZ. — Radioastronomie. — Un vol. VII-383 p., 170 fig., 16 × 24, Edition de l'Observatoire royal de Belgique. 1956. Prix : 250 fr. belges.

La réception terrestre d'ondes hertziennes issues des corps célestes constitue l'une des plus grandes découvertes de notre époque. La science issue de ces observations, la radioastronomie qui a maintenant 25 ans, est aujourd'hui un instrument éprouvé entre les mains des radiophysiciens et des astronomes. L'ouvrage de M. R. Coutrez, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, donne une excellente vue d'ensemble des techniques, des résultats obtenus et des perspectives d'avenir de la radioastronomie.

Après avoir précisé le domaine de la radioastronomie et exposé le principe des radiotélescopes, les caractères et les conditions d'observations du rayonnement thermique et du rayonnement hertzien en radioastronomie, M. Coutrez décrit les appareillages particuliers : lignes et aériens spéciaux : interféromètres et polarimètres, et récepteurs spéciaux. Les chapitres suivants exposent les résultats obtenus par la radioastronomie : étude de la radiation lumineuse du soleil, analyse de la radiation hertzienne d'origine solaire, physique de la galaxie et des systèmes extragalactiques, examen des radio-émissions galactiques et extragalactiques (radiation continue galactique, radiosources discrètes, la radiation monochromatique interstellaire), ondes radioélectriques et échos d'origine planétaire et météorique.

G. PETIAU.

H. DELAVAULT. — Application de la transformation de Laplace et de la transformation de Hankel à la détermination des solutions de l'équation de la chaleur et des équations de Maxwell en coordonnées cylindriques. — Préface de M. H. Villat. Publications scientifiques du Ministère de l'Air, 99 pages, 4 figures, Paris, 1957.

La première partie de cet opuscule est consacrée au rappel des principales propriétés de la transformation de Laplace et de celle de Hankel. L'emploi simultané de ces transformations permet de résoudre des problèmes aux limites à trois ou quatre variables ; des exemples en sont donnés dans la seconde partie : propagation de la chaleur entre deux plans parallèles ; propagation des ondes électromagnétiques dans un cylindre de révolution.

M. PARODI.

P. FLEURY et J. P. MATHIEU. — Electrostatique - Courants continus - Magnétisme. — 552 pages, 507 figures, Eyrolles, Paris, 1957.

On a cherché, dans cet excellent ouvrage, à faire intervenir, dans l'enseignement de l'Electricité, certaines modifications qui paraissent actuellement nécessaires. Sans doute cet enseignement doit-il toujours reposer sur un examen des forces intervenant en Electrostatique et en Magnétisme, et des effets mécaniques, thermiques, lumineux, chimiques... des courants électriques. Mais il doit aussi faire place à des connaissances de plus en

plus nombreuses sur les particules atomiques électrisées, sur les diélectriques, sur les semi-conducteurs. Il doit renoncer à la confusion établie autrefois, dans le vide, entre le champ et le déplacement électriques, comme entre le champ et l'induction magnétique. L'interprétation des phénomènes d'aimantation conduit à éliminer ou à n'utiliser qu'à titre auxiliaire la notion, jugée naguère fondamentale, de masse magnétique, et la loi de COULOMB dans laquelle cette notion intervenait.

L'introduction, recommandée par la Commission Electrotechnique Internationale, d'une forme rationalisée de certaines équations justifie un plan assez différent de ceux adoptés jusqu'ici. Les unités employées de préférence sont celles du **système Giorgi** (basé sur le mètre, le kilogramme masse, la seconde et l'ampère). On s'est appliqué toutefois à faciliter la tâche du lecteur déjà habitué aux définitions anciennes ou appelé à lire des auteurs qui les utilisent.

Après l'étude de l'Electrostatique, que l'on s'accorde aujourd'hui à considérer comme devant être traitée en premier lieu, viennent celles de l'électromagnétisme, puis des phénomènes d'induction et d'aimantation. Les conditions de passage des courants dans le vide, les gaz, les électrolytes, les métaux et les semi-conducteurs sont ensuite examinées en détail, ainsi que le principe des générateurs et moteurs de courants continus. Un second volume sur l'Electricité sera consacré aux courants alternatifs, aux ondes électromagnétiques, ainsi qu'à une étude rapide des phénomènes électriques et magnétiques intervenant en géophysique et en astrophysique.

Comme dans tout cet important traité, on a insisté sur les bases expérimentales et les applications pratiques des notions et des lois étudiées. Leur expression et leur utilisation sont toutefois, en Electricité, grandement facilitées par un langage et des théorèmes mathématiques, se rattachant au calcul vectoriel, dont il serait déraisonnable de ne pas tirer parti : on les trouvera introduits au fur et à mesure des besoins.

M. PARODI.

D. W. HOPKINS. — Aspects physico-chimiques de l'élaboration des métaux. — Traduit par C. Cousin, Dunod éditeur, Paris, 1958 (édition anglaise 1954). 14 × 22 cm., XIV, 277 pages, 44 figures. Relié toile sous jaquette.

Les quatre premiers chapitres rappellent les bases théoriques de la thermodynamique dont l'auteur a besoin pour la suite. Le reste du livre a trait aux applications : grillage, réduction et oxydation, scories, haut-fourneau, distillation du zinc. La bibliographie jointe à chaque chapitre est très complète jusqu'en 1953.

Un lecteur non averti des questions de thermodynamique traitées dans la première partie fera bien de se mettre au courant dans un autre livre. Celui de Hopkins n'est en effet pas toujours très clair : un débutant pourrait avoir du mal à séparer ce qui dérive des définitions de ce qui dérive des lois physiques.

Par contre, les cinq derniers chapitres seront plus faciles à étudier : on en tirera aisément profit, malgré quelques résultats curieux. Pour l'oxydation du sulfure de zinc, par exemple, pourquoi la variation d'énergie libre correspondant à la réaction :

$$\frac{2}{3}\,ZnS + O_2 \rightarrow \frac{2}{3}\,ZnO + \frac{2}{3}\,SO_2$$

présente-t-elle une cassure pour le point d'ébullition du zinc ?

Dans l'étude de la dissociation des carbonates, on serait en droit de conclure — d'après la figure XVI — que le carbonate de strontium est plus difficile à décomposer que le carbonate de baryum !

Néanmoins, cette partie sur les applications de la thermodynamique à l'élaboration des métaux constitue une très bonne introduction sur ce sujet.

Marc LAFFITTE.

C. KITTEL. — Introduction à la Physique de l'état solide. — Traduit de l'anglais par MM. E. Huguenin et R. Papoular, 612 pages, 220 figures, Dunod, Paris, 1958.

Cet important ouvrage constitue une introduction à l'étude des propriétés du corps solide. En une vingtaine de chapitres se trouvent abordés des domaines essentiels et divers de la théorie de ce dernier : structure cristalline, élasticité, propriétés thermiques, électriques et magnétiques. Des sujets à l'ordre du jour tels les semi-conducteurs, la luminescence, les imperfections dans les solides et les alliages s'y trouvent également traités. Une bibliographie détaillée permet, éventuellement, d'approfondir une question déterminée. La lecture de ce livre suppose de ses lecteurs une formation équivalente à celle des licenciés ès sciences physiques ; tous les développements mathématiques d'un niveau plus élevé sont rejetés en annexe.

Il est certain que cet ouvrage intéressera les étudiants et aussi les scientifiques confirmés qui n'ont pu se tenir au courant de tous les développements de la Physique du solide.

M. PARODI.

L. D. LANDAU et E. M. LIFSHITZ. — QUANTUM MECHANICS. — Non relativistic Theory (Traduit du russe en anglais par J. B. Sykes et J. S. Bell). — Un vol. 515 p., Pergamon Press édit., London-Paris, 1958. Prix : 80 sh.

Cet ouvrage des physiciens russes bien connus, Landau et Lifshitz, constitue un excellent cours de mécanique quantique atomique et moléculaire (la mécanique ondulatoire relativiste, la théorie quantique des champs, la théorie du rayonnement électromagnétique et des interactions entre matière et rayonnement ne sont pas considérés).

Bien que traduit du russe cet ouvrage suit les traditions de l'enseignement anglo-saxon et admet sans discussion les idées de l'école de Bohr. Les principes fondamentaux ne sont d'ailleurs que très brièvement exposés au premier chapitre et évitent toute controverse métaphysique.

Après deux chapitres sur les concepts fondamentaux et le formalisme général, l'équation de Schrodinger et son application aux problèmes à une dimension sont étudiés au chapitre III. Le chapitre IV, théorie générale des moments cinétiques est suivi (chap. V), de l'étude des champs à symétrie centrale, de la théorie générale des perturbations (chap. VI) et au chapitre VII de l'examen du cas quasi-classique.

Le spin et la théorie des spineurs (ch. VIII) sont suivis (ch. IX) de l'étude des conséquences de l'identité des particules dans l'étude de leurs systèmes. Le chapitre X examine la théorie quantique de la structure atomique, la théorie quantique des molécules faisant l'objet des chapitres :

XI (molécules diatomiques) ;
XII (théorie des groupes de symétries) ;
XIII (molécules polyatomiques).

Les chapitres XIV et XV examinent la théorie générale des collisions élastiques et inélastiques. Le chapitre XIV examine un peu à part l'introduction d'un champ magnétique dans l'équation de Schrodinger. Une série d'appendice rassemble les propriétés des principales transcendantes mathématiques rencontrées en mécanique ondulatoire.

G. PETIAU.

P. LASFARGUES. — Prospection électrique par courants continus. — Un volume de 290 pages, avec 162 figures, Manoc, Paris, 1957.

Cet ouvrage, le premier de la collection « Manuels de prospection géophysique », qu'anime M. J. Goguel, est consacré aux méthodes d'exploration électrique par courants continus. Il s'agit des procédés utilisés surtout pour les études des mines, des travaux publics et d'hydrogéologie.

Grandes divisions de l'ouvrage :

I. **Méthodes de cartes de potentiel.** — Notions sur les conductibilités. — Propagation du courant continu dans un sol homogène et isotrope. — Perturbation du potentiel en courant continu. — Appareillage utilisé en prospection par courant continu. — Emploi du courant alternatif. — Appareillage pour la prospection en courant alternatif. — Exemples d'application de la méthode des cartes de potentiel. ,

II. **Méthode des résistivités.** — Généralités. — Sondages électriques. — Profils et cartes de résistivités. Profils électriques. — Matériel utilisé en prospection électrique pour les méthodes de résistivité. — Interprétation des résulats. Exemples de prospection.

III. **Notions sur la méthode des rapports de chute de potentiel** (potential drop ratio method-P. D. R.).

IV. **Méthode utilisant les phénomènes de polarisation spontanée.** — Généralités. — Matériel de prospection et technique opératoire. — Interprétation des résultats. — Exemples de prospections par P. S.

V. **Notions sur la méthode par polarisation induite** (P. I. Induced polarisation). — Généralités. — Appareillage et dispositifs utilisés en Polarisation Induite. — Interprétation des résultats. — Possibilités de la Polarisation Induite. — Interprétation des résultats. — Exemples d'essais de terrain.

Bibliographie.

M. PARODI.

G. F. LOTHIAN. — Absorption Spectrophotometry. — Hilger et Watts, London, 1958. 246 p., 68 fig., 10 tab. 15 × 22 cm. 52 schillings.

G. Lothian, dans « Absorption Spectrophotometry », nous donne une vue d'ensemble des phénomènes d'absorption et de leurs diverses applications. Ce livre constitue une excellente initiation aux méthodes photométriques, accessibles à des non-spécialistes, à des chercheurs débutants, ou même à des étudiants. Un spécialiste y trouve cependant de nombreux renseignements, en particulier grâce à la bibliographie, qui contient de précieuses références auxquelles le lecteur est renvoyé pour chaque point théorique ou expérimental, non traité ou non développé dans ce livre. Le principal mérite de l'auteur est, du point de vue expérimental, de mettre en garde contre les erreurs que l'on est susceptible de commettre par une mauvaise application des lois de l'absorption et d'éclairer un débutant dans la spécialité sur le choix d'une méthode et d'un appareil selon le problème à étudier. Peut-être pouvons-nous reprocher la trop grande concision de la partie théorique, mais n'oublions pas que toutes les indications sont données au lecteur pour trouver plus ample information, s'il le désire.

M. CHARTON.

J. MAURIN. — Les piles atomiques à neutrons lents. — Monographies Dunod, 197 pages, 29 figures, Dunod, Paris, 1958.

Le présent opuscule expose la théorie des piles atomiques à neutrons thermiques, en la complétant par les données de base nécessaires au calcul d'un avant-projet de pile.

L'auteur s'est attaché davantage à donner une information étendue, plutôt qu'à rechercher la précision de détail, son but étant de fixer les bases du calcul ultérieur du projet neutronique proprement dit.

A. MOASSA et P. PONSONNET. — Optique. — 455 pages, nombreuses figures, A. Desvignes éd., Lyon, 1958

Cet important ouvrage, qui traite de l'Optique géométrique et instrumentale, est destiné aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles

scientifiques, ainsi qu'aux étudiants de propédeutique M.P.C. Le programme étudié comprend deux parties de caractère assez différent. La première section est consacrée à l'optique de Gaun et à l'étude des aberrations, la seconde aux instruments d'optique. Complété par de nombreux exercices de caractère, en général, facile, cet ouvrage où l'accent a été mis sur le caractère pratique des méthodes, ne manquera pas de rendre d'appréciables services.

M. PARODI.

N. F. MOTT. — La Structure atomique et la Résistance des Métaux. — Traduit par G. Guéron. Un vol. 102 pages, 12 × 18 cm., avec 26 fig. Dunod édit., Paris, 1958. Broché sous couverture illustrée : 750 francs.

Les éditions Dunod présentent un petit livre réunissant trois conférences faites par l'auteur à un auditoire non spécialisé (étudiants en lettres). Mott se pose au début de la première conférence la question de savoir « comment... mettre à la portée d'un esprit non scientifique la plus belle conquête de notre époque, le raisonnement scientifique ». Ce grand théoricien a su le faire d'une manière remarquable en prenant comme exemple l'étude des métaux.

Dans la première conférence nous sont présentés l'atome et l'état solide. Dans la seconde, sont exposées les différentes questions relatives à la résistance des métaux : déformation, rupture, défauts (dislocations en particulier), etc... Si, comme le pense l'auteur, tous les problèmes liés à la résistance des métaux peuvent s'expliquer par l'existence des dislocations, alors viennent immédiatement à l'esprit les deux questions suivantes : a-t-on des preuves expérimentales de l'existence des dislocations ? Pourquoi toutes les substances contiennent-elles des dislocations et peut-on en préparer qui en soient exemptes ? C'est précisément à ces deux questions que répond l'auteur dans sa dernière conférence.

Marc LAFFITTE.

SCIENCES NATURELLES

J. BOURCART. — Problèmes de Géologie sous-marine. — Un vol. in-8, 128 pages, 20 figures (Coll. Evolution des Sciences). Paris, 1958, Masson et C[ie] éditeurs (Prix : 980 francs).

Le nouvel ouvrage de M. J. Bourcart est particulièrement écrit à la lumière de ses recherches personnelles, étant surtout consacré au plateau continental.

C'est au géographe tchèque V. J. Novak que l'on doit apparemment l'idée de la formation du plateau continental et de son relief par des actions subaériennes. L'étude postérieure des canyons sous-marins a fourni d'excellentes preuves de cette origine, puis les dragages et les carottages sous-marins. Des cartes en courbes ont été établies en divers points des océans grâce à des sondages ultra-sonores. On sait maintenant comme la flexure continentale a entraîné le plateau continental de la Méditerranée occidentale jusqu'à 2 800 m de profondeur. On suit ses mouvements actuels et le dépôt des sédiments.

Cette étude du déplacement des lignes de rivage et des sédiments côtiers connaît de nombreuses applications techniques : défense des côtes contre l'érosion, défense des ports maritimes, pose des câbles et des pipe-lines, etc.

L'ouvrage se termine par d'intéressantes généralités sur les pulsations de la Terre. Il suggère l'étude du fond des mers, terrain presque vierge qui s'offre à la curiosité d'une équipe de chercheurs spécialisés.

R. FURON.

Léon CROIZAT. — Panbiogeography, or An Introductory Synthesis of Zoogeography, Phytogeography and Geology, with Notes on evolution, systematics, anthropology, etc. — Deux tomes en 3 vol. in-8° (1018 p., 119 fig. + 771 p., 100 fig. + 960 p., 43 fig.), publié par l'auteur, à Caracas, en 1958, imprimé en Hollande. Distributeur : Wheldon et Wesley Ltd, Lytton Lodge, Codicote, Nr. Hitchin, Herts England. Prix : 20 £ environ).

M. Léon Croizat est déjà bien connu des Biogéographes par son Manuel de Phytogéographie (1952).

Né en Italie de parents français, il fut citoyen des Etats-Unis de 1929 à 1953 et est actuellement citoyen de la République du Vénézuéla. Il a coupé toutes relations universitaires et académiques et invite ses lecteurs à s'adresser directement à lui : Apdo. 4262 Este, Caracas (Venezuela). L'auteur s'étant ainsi présenté dans son « Introduction », nous pouvions nous attendre à une certaine indépendance dans la pensée et dans l'expression. Cette attente n'est pas déçue.

M. Croizat estime (à juste titre) qu'il ne faut pas confondre « Biogéographie » avec « Zoo- » ou « Phytogéographie » et il estime que l'on doit tenir compte de la géologie et de la paléontologie. Il finit par adopter le terme de « Panbiogéographie ». Je suis personnellement fort heureux de voir un auteur d'outre-Atlantique admettre ces notions de temps et d'espace et la nécessité d'une Paléogéographie solide (Il est vrai que cet auteur est d'origine « gallo-romaine ».)

L'auteur a médité sur de nombreux problèmes posés par la répartition, parfois bien singulière, des animaux et des végétaux. Il a beaucoup lu, depuis Buffon jusqu'à Simpson, en passant par Darwin. Il est visible qu'il est hostile à la théorie de la dispersion par radeaux, mise en vedette par Matthew et plus récemment par Simpson. Ici, l'auteur explose, devient combatif, agressif, attaquant avec virulence la théorie des radeaux et

citant de nombreux exemples de répartitions étranges qui demandent des moyens de communication moins simplistes. Si cette théorie est « officielle » en Amérique, on peut dire que l'auteur n'est pas conformiste...

Il regrette dans son Introduction de n'avoir pu donner une Bibliographie complète.

Les deux premiers chapitres du Tome I sont consacrés à une solide Introduction et à une prise de position enrichie de questions étourdissantes, complétée par le troisième qui est une attaque vive (et pertinente de la théorie des radeaux.

Ensuite l'auteur entre dans le vif de son sujet en présentant la « Panbiogéographie » du Nouveau Monde (Amérique du Sud et Antilles), posant à ce propos des questions gênantes sur la présence des Crotales et des Iguanes aux Antilles. La bibliographie toutefois ne tient pas compte d'ouvrages récents (il est vrai qu'il faut le temps d'écrire et d'imprimer).

Le Tome 2 (a et b) est consacré au peuplement de l'Ancien Monde : l'Afrique et Madagascar (relations avec l'Asie et l'Amérique du Sud), l'Eurasie, la Malaisie et l'Australie, la Polynésie. Le chapitre des Conclusions est suivi d'un Epilogue, puis d'un Addendum de 500 pages, riches de documents et de propos.

Cet ouvrage considérable n'est pas un Traité de Biogéographie, mais il présente une série de chapitres synthétiques, qui provoqueront des discussions et un peu plus de lumière. On ne peut plus faire de Biogéographie sans consulter la « Panbiogeography » et on doit remercier son auteur d'avoir fourni un pareil effort, d'avoir réussi à publier une pareille masse de documents. Les arguments existent, les contradicteurs devront faire la preuve du contraire. Nous ne pouvons faire plus ici que de le signaler à l'attention.

R. FURON.

A. CAILLEUX et J. TRICART. — Cours de Géomorphologie. — I. Géomorphologie structurale. Fasc. 2 : Géomorphologie des régions de Plateformes. I : les Massifs anciens. — Un vol. in-8°, 252 pages ronéotypées, 42 figures. « Les Cours de Sorbonne », Paris, 1958, Editions du C.D.U. (Prix : 1 300 F).

On donne trop rarement le compte rendu des Cours ronéotypés. Tous sont intéressants, mais il en est d'excellents sur lesquels on se doit d'attirer l'attention. Celui-ci en particulier, n'est pas la « sélection » exprimée d'un cours parmi d'autres, mais un ouvrage contenant des idées originales. Les auteurs, dans leur introduction, prient d'ailleurs leurs confrères de le considérer dans leurs bibliographies comme un volume imprimé. C'est très bien ainsi et nous désirons contribuer à sa diffusion en en révélant le contenu.

Il s'agit des particularités structurales des régions de plateformes, de la géomorphologie des massifs anciens, des bassins sédimentaires, des vieilles plateformes faiblement différenciées, des tables, dorsales et boucliers.

L'information des auteurs étant très grande, les exemples sont choisis dans le monde entier, passant du Bassin de Paris au Golfe du Mexique, du Bourbonnais à l'Afrique centrale. C'est donc un programme immense, avec toutes les difficultés que cela comporte, surtout en ce qui concerne l'Afrique qui souffre de quelques **lapsus calami.** Il faut reviser en particulier toutes les données sur les glaciations de l'Afrique centrale (pp. 197-198), puisque, d'après L. Cahen, tout ce qui était considéré comme Primaire (Katanga) est situé dans le Précambrien (antérieur à 630 millions d'années).

Malgré ces bavures inévitables dans les travaux de synthèse, les géologues et les géographes prendront connaissance avec beaucoup d'intérêt de cet ouvrage traitant de la géomorphologie des régions de plateformes.

R. FURON.

ROUCAYROL (Dr P. E.). — La d'Arsonvalisation directe (Diathermie) dans le traitement des infections uro-génitales. — 189 pages, 66 figures, 2 planches en couleur, Vigot frères édit., 1958.

Il s'agit d'une nouvelle édition d'un ouvrage paru en 1929 avec une préface du professeur d'Arsonval qui fut, chacun le sait, le père des applications électriques utilisées par le docteur Roucayrol.

Comme l'indique le docteur Arthur Vernes qui a préfacé cette nouvelle édition, l'auteur, guidé par d'Arsonval, a pu appliquer un tel traitement à l'un des sujets les plus difficiles de la médecine : les infections chroniques de l'urèthre prostatique.

Grâce à la grande expérience de l'auteur, après des considérations sur l'anatomie pathologique et la bactériologie des lésions, le livre retrace l'action des courants de d'Arsonval et l'usage des postes de haute fréquence ; en particulier l'outillage personnel de l'auteur. Un chapitre est consacré aux indications générales pour l'application de la d'Arsonvalisation directe chez l'homme et chez la femme. Le dernier chapitre montre comment doit être effectué le diagnostic de la guérison.

Cet excellent petit livre est ainsi l'exposé d'une méthode thérapeutique efficace par un spécialiste particulièrement qualifié et averti.

J. VERNE.

Alexandre DAUVILLIER. — Le Volcanisme lunaire et terrestre. — Un vol. in-16, 304 pages, 43 fig., 4 pl. Collection « Sciences d'aujourd'hui ». Paris, 1958, Albin Michel éditeur. Prix : 1 200 francs.

M. A. Dauvillier est un « maître à penser », dont les livres ne sont pas destinés à des lecteurs « dépourvus d'imagination, timides ou attardés ». Voulant parler du volcanisme, l'auteur s'aperçoit vite que le volcanisme terrestre n'est qu'un détail et il est amené à traiter de front des considérations aussi diverses que l'astronomie, la chimie des météorites, la radioactivité, le magnétisme, etc. Pour comprendre le volcanisme, il faut remonter à la cosmologie.

Il y a 5 milliards d'années, la Terre était encore à l'état gazeux et c'est à cette époque que la Lune a pu s'en séparer. La concentration du noyau central de ferro-nickel s'est effectuée à l'état gazeux, par changement d'état, sous forme de pluie de ferro-nickel. Les oxydes, plus volatils, se déposent ensuite (les futurs silicates) et donneront une première croûte de verre volcanique (tectites et obsidienne), sial qui se fixera sur les éléments plus lourds d'un sima péridotitique. L'eau et le gaz carbonique n'existaient pas à l'origine puisqu'ils sont instables au-dessus de 1 500°. L'eau hypercritique du magma a dû jouer un rôle fondamental dans la formation d'une nouvelle atmosphère qui a réagi sur la croûte vitreuse et provoqué la naissance de silicates d'alumine. L'oxygène, beaucoup plus tardif, est né de l'assimilation chlorophyllienne. Quant à la Lune, elle n'a pas évolué et nous montre l'aspect juvénile de la surface de la Terre avant la condensation des océans.

Le volcanisme terrestre, très important au Précambrien, et encore au Primaire, est en diminution constante. Il est lié à l'énergie nucléaire et au cycle de l'eau hypercritique ; c'est le moteur de l'orogenèse ; il est en rapport avec le géomagnétisme, avec l'origine de la Vie et même avec son maintien.

C'est la philosophie même du volcanisme que l'auteur a dégagée de cette étude profondément originale et évocatrice.

R. FURON.

GEOGRAPHIE ET SCIENCES HUMAINES

E. AUBERT DE LA RUE. — Tahiti et ses archipels. Polynésie française. — Un vol., 159 pages, 100 héliogravures, 1 carte. Paris, 1958. Horizons de France édit.

Les archipels de la « Polynésie française » comportent 125 îles éparpillées dans le Pacifique austral. Ces îles sont tantôt de nature volcanique et tantôt édifiées par des coraux, quelques-unes étant de formation mixte.

La population s'élève à 63 000 habitants, dont 30 000 pour Tahiti et 16 000 pour la seule ville de Papeete, la capitale.

Les récits des navigateurs fatigués par de longues traversées ont répandu des légendes présentant la Polynésie comme un Paradis terrestre. E. Aubert de la Rüe, qui a longuement étudié la Polynésie, rétablit la vérité de 1958 et se refuse à perpétuer « une imposture monumentale, abusant un public crédule et trop épris d'exotisme ». La Polynésie présente cependant un avantage : on n'y paie pas d'impôts et la Métropole prend tout le budget à sa charge. L'auteur s'est attaché à nous montrer ce que sont ces îles et leurs habitants, à nous expliquer les paysages, les ressources, la vie quotidienne des Polynésiens. Cent magnifiques photographies illustrent un texte très vivant nous donnant un tableau complet des divers aspects de la Polynésie française.

R. FURON.

Aspects de la vie rurale en France. Journées d'Ethnographie française (mai 1956). — N° spécial de la **Revue de Synthèse** (3), n° 7, 1957, pp. 283-440. (Prix : 700 francs.)

Ce volume contient six conférences : A. Soboul. La communauté rurale XVIIIe-XIXe siècle. — Ch. Parain. Les anciennes techniques agricoles. — S. Tardieu. L'équipement de la maison. — R. Lecotte. Méthode d'enquête pour les cultes populaires. — J.-P. Seguin. Les feuilles d'information non périodiques, ou « canards », en France. Leur valeur de témoignage historique et social. — P.-L. Duchartre. Les arts populaires plastiques et graphiques.

Ces textes ont un grand intérêt par eux-mêmes. De plus, ils attirent l'attention sur la nécessité d'enquêtes ethnographiques, ainsi que de la récolte et de la conservation des objets, avant leur destruction accélérée due à l'évolution des mœurs depuis un siècle.

R. FURON.

P. PARAF. — L'Etat d'Israël dans le Monde. — Un vol. in-8 (Bibliothèque historique), 229 pages, 1 carte.

Au moment où l'Etat d'Israël célèbre sa dixième année d'existence, le livre de M. Paraf souligne l'importance de ce petit Etat dans le Monde, nullement proportionnée à sa surface, ni à ses ressources, ni au nombre de ses habitants (2 millions).

L'auteur retrace avec sympathie l'histoire extraordinaire de la nation hébraïque jusqu'à la destruction du Temple, le long exil de 2 000 ans, la dispersion, puis la naissance de l'idée sioniste, la création du Foyer National Juif et enfin la formation de l'Etat d'Israël.

M. Paraf analyse la structure politique de l'Etat, ses institutions, sa vie culturelle, sa politique extérieure.

L'étude de la structure économique est bien intéressante. Elle montre qu'Israël, tout comme bien d'autres Etats, a un budget en déséquilibre, mais réussit ce tour de force de ne pas s'endetter, puisque le déficit est couvert par les contributions volontaires des dix millions d'Israélites dispersés dans le monde. Quant à la menace arabe, on peut espérer qu'elle va s'atténuer et on suit avec intérêt l'histoire de la vie dangereuse du jeune Etat.

R. FURON.

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon.
Dépôt légal 2e trimestre 1959 : Le Gérant : R. CONSTANS.